

APPENDIX A

NERACA MASSA

Sistem operasi : batch

Asumsi : 1 tahun = 240 hari kerja

1 bulan = 20 hari kerja

1 hari = 8 jam kerja

Produksi dalam 1 hari = 3 batch

Kapasitas bahan baku sarang semut = 91,08 kg sarang semut/hari

Kapasitas produksi = 30,36 kg/batch

Basis : batch

1. Warehouse sarang semut



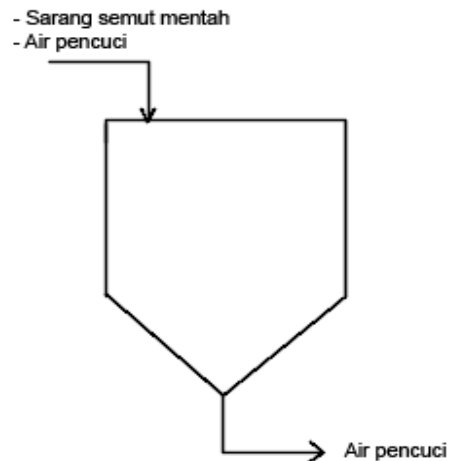
Bahan baku sarang semut sebanyak 30,36 kg terdiri dari sarang semut dan pengotor (dengan asumsi pengotor akan terbawa hasil pembuangan air pencucian)

Komposisinya terdiri dari :

- Sarang semut	:			=	30.36	kg
- Air	:	4.50%	x	30.36	=	1.37 kg
- Abu	:	11.10%	x	30.36	=	3.37 kg
- Lemak	:	2.50%	x	30.36	=	0.76 kg
- Protein	:	2.75%	x	30.36	=	0.83 kg
- Karbohidrat	:	72.30%	x	30.36	=	21.95 kg
- Tokoferol	:	0.03%	x	30.36	=	0.01 kg
- Fenol	:	0.25%	x	30.36	=	0.08 kg
- Kalsium	:	0.37%	x	30.36	=	0.11 kg
- Natrium	:	0.07%	x	30.36	=	0.02 kg
- Kalium	:	3.61%	x	30.36	=	1.10 kg
- Besi	:	0.03%	x	30.36	=	0.01 kg
- Fosfor	:	0.99%	x	30.36	=	0.30 kg
- Magnesium	:	1.50%	x	30.36	=	0.46 kg

Masuk (kg)			Keluar (kg)		
Dari warehouse			ke washer		
Sarang Semut		30.36	Sarang Semut		30.36
Air	=	1.37	Air	=	1.37
Abu	=	3.37	Abu	=	3.37
Lemak	=	0.76	Lemak	=	0.76
Protein	=	0.83	Protein	=	0.83
Karbohidrat	=	21.95	Karbohidrat	=	21.95
Tokoferol	=	0.01	Tokoferol	=	0.01
Total fenol	=	0.08	Total fenol	=	0.08
Kalsium (Ca)	=	0.11	Kalsium (Ca)	=	0.11
Natrium (Na)	=	0.02	Natrium (Na)	=	0.02
Kalium (K)	=	1.10	Kalium (K)	=	1.10
Besi (Fe)	=	0.01	Besi (Fe)	=	0.01
Fosfor (P)	=	0.30	Fosfor (P)	=	0.30
Magnesium (Mg)	=	0.46	Magnesium (Mg)	=	0.46
Total		30.36	Total		30.36

2. Washer (Bak Pencucian)



$$\frac{\text{Massa sarang semut (g)}}{\text{Volume air pencuci (mL)}} = \frac{1}{8} \quad (\text{dari percobaan pendahuluan})$$

$$\begin{aligned} \text{Volume air pencuci} &= 8 \times \text{Massa sarang semut} \\ &= 8 \times 30,36 \text{ kg} \\ &= 242,88 \text{ L} \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{air}} = 0,99568 \text{ kg/L (pada suhu } 30^\circ\text{C)} \quad [11]$$

$$\begin{aligned} \text{Massa air pencuci} &= \rho_{\text{air}} \times \text{Volume air pencuci} \\ &= 0,99568 \text{ kg/L} \times 242,88 \text{ L} \\ &= 241,83 \text{ kg} \end{aligned}$$

Asumsi :

Dari hasil percobaan didapatkan :

- Air pencuci yang terserap dalam sarang semut selama proses pencucian sebanyak 22,86% dari massa sarang semut sebelum dicuci
- Pengotor ikut serta pada air buangan hasil cucian

Komponen masuk terdiri dari :

- | | | |
|---------------------------|---|-----------|
| - Sarang semut + pengotor | = | 30,36 kg |
| - Air pencuci | = | 241,83 kg |

Komponen keluar terdiri dari :

Bahan baku sarang semut tanpa air = 28,99 kg

- Total air pada sarang semut setelah pencucian
 $= 22.86\% \times 30,36 = 6,94 \text{ kg}$

Yang terdiri dari :

Air yang terkandung pada bahan baku sarang semut = 1,37 kg

Air yang terserap di sarang semut setelah pencucian
 $= 6,94 - 1,37 = 5,57 \text{ kg}$

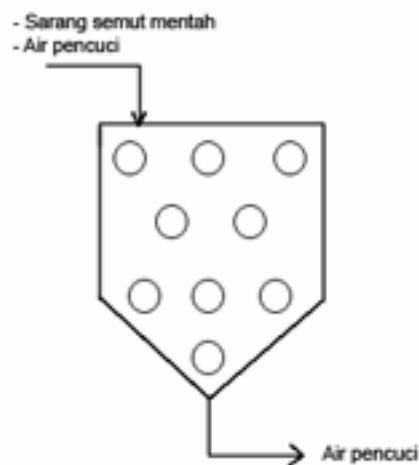
- Air pencuci yang terbuang $= 241,83 - 5,57 = 236,26 \text{ kg}$

Komposisi s.s yang keluar terdiri dari :

- Sarang semut	:			=	28.99	kg
- Abu	:	11.10%	x 30.36	=	3.37	kg
- Lemak	:	2.50%	x 30.36	=	0.76	kg
- Protein	:	2.75%	x 30.36	=	0.83	kg
- Karbohidrat	:	72.30%	x 30.36	=	21.95	kg
- Tokoferol	:	0.03%	x 30.36	=	0.01	kg
- Fenol	:	0.25%	x 30.36	=	0.08	kg
- Kalsium	:	0.37%	x 30.36	=	0.11	kg
- Natrium	:	0.07%	x 30.36	=	0.02	kg
- Kalium	:	3.61%	x 30.36	=	1.10	kg
- Besi	:	0.03%	x 30.36	=	0.01	kg
- Fosfor	:	0.99%	x 30.36	=	0.30	kg
- Magnesium	:	1.50%	x 30.36	=	0.46	kg

Masuk (kg) dari warehouse sarang semut		Keluar (kg) ke hammer mill	
Sarang Semut	30.36	Sarang Semut	35.93
Air = 1.37		Air = 6.94	
Abu = 3.37		Abu = 3.37	
Lemak = 0.76		Lemak = 0.76	
Protein = 0.83		Protein = 0.83	
Karbohidrat = 21.95		Karbohidrat = 21.95	
Tokoferol = 0.01		Tokoferol = 0.01	
Total fenol = 0.08		Total fenol = 0.08	
Kalsium (Ca) = 0.11		Kalsium (Ca) = 0.11	
Natrium (Na) = 0.02		Natrium (Na) = 0.02	
Kalium (K) = 1.10		Kalium (K) = 1.10	
Besi (Fe) = 0.01		Besi (Fe) = 0.01	
Fosfor (P) = 0.30		Fosfor (P) = 0.30	
Magnesium (Mg) = 0.46		Magnesium (Mg) = 0.46	
Air pencuci	241.83	Air pencuci = 241.83	
		Air yang terbuang =	236.26
Total	272.19	Total	272.19

3. Penirisan



Dari hasil percobaan, didapatkan kadar air sarang semut setelah dilakukan penirisan selama 5 menit adalah 15,70%

Komponen masuk terdiri dari :

Sarang semut bersih + air setelah pencucian = 35,93 kg

Yang terdiri dari:

- Sarang semut tanpa air = 28,99 kg

- Kandungan air pada sarang semut setelah pencucian = 6,94 kg

Komponen keluar terdiri dari :

Sarang semut tanpa air = 28,99 kg

Kandungan air pada s.s. setelah ditiriskan = $15,70\% \times 30,36 \text{ kg} = 4,77 \text{ kg}$

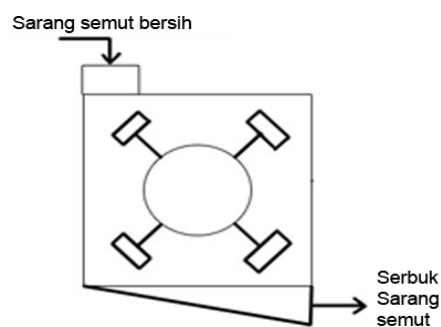
Air yang hilang setelah ditiriskan = $6,94 - 4,77 = 2,17 \text{ kg}$

Komposisi s.s yang keluar terdiri dari :

- Sarang semut	:			=	28.99	kg
- Abu	:	11.10%	x	30.36	=	3.37 kg
- Lemak	:	2.50%	x	30.36	=	0.76 kg
- Protein	:	2.75%	x	30.36	=	0.83 kg
- Karbohidrat	:	72.30%	x	30.36	=	21.95 kg
- Tokoferol	:	0.03%	x	30.36	=	0.01 kg
- Fenol	:	0.25%	x	30.36	=	0.08 kg
- Kalsium	:	0.37%	x	30.36	=	0.11 kg
- Natrium	:	0.07%	x	30.36	=	0.02 kg
- Kalium	:	3.61%	x	30.36	=	1.10 kg
- Besi	:	0.03%	x	30.36	=	0.01 kg
- Fosfor	:	0.99%	x	30.36	=	0.30 kg
- Magnesium	:	1.50%	x	30.36	=	0.46 kg

Masuk (kg) dari warehouse sarang semut		Keluar (kg) ke hammer mill	
Sarang Semut	35.93	Sarang Semut	33.76
Air = 6.94		Air = 4.77	
Abu = 3.37		Abu = 3.37	
Lemak = 0.76		Lemak = 0.76	
Protein = 0.83		Protein = 0.83	
Karbohidrat = 21.95		Karbohidrat = 21.95	
Tokoferol = 0.01		Tokoferol = 0.01	
Total fenol = 0.08		Total fenol = 0.08	
Kalsium (Ca) = 0.11		Kalsium (Ca) = 0.11	
Natrium (Na) = 0.02		Natrium (Na) = 0.02	
Kalium (K) = 1.10		Kalium (K) = 1.10	
Besi (Fe) = 0.01		Besi (Fe) = 0.01	
Fosfor (P) = 0.30		Fosfor (P) = 0.30	
Magnesium (Mg) = 0.46		Magnesium (Mg) = 0.46	
		Air yang hilang selama penirisan =	2.17
Total	35.93	Total	35.93

4. Hammer Mill



Diasumsi tidak ada bahan yang tertinggal di *hammer mill*, karena dilakukan pembersihan bahan yang tertinggal di alat setiap kali proses dilakukan.

Setelah keluar dari hammer mill serbuk sarang semut memiliki kandungan air sebesar 12,86%.

Komponen masuk terdiri dari :

S.s. bersih + sisa air yang terserap	=	35,93 kg
S.s. tanpa air	=	28,99 kg
Kandungan air pada s.s. setelah ditiriskan	= $15,70\% \times 30,36$ kg	= 4,77 kg

Komponen keluar terdiri dari :

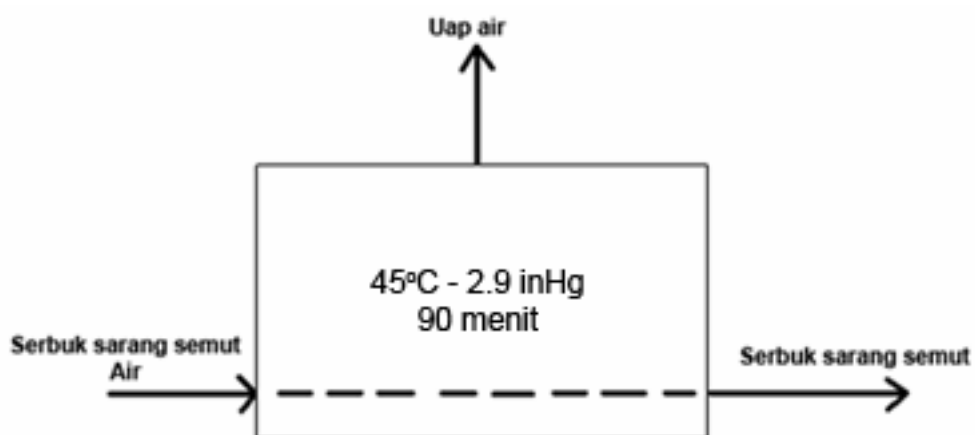
Serbuk s.s. tanpa air	=	28,99 kg
Kandungan air pada s.s setelah proses	= $12,86\% \times 30,36$	= 3,90 kg
Air yang hilang selama proses	= $4,77 - 3,90$	= 0,87 kg

Komposisi s.s yang keluar terdiri dari :

- Sarang semut	:		=	28.99	kg
- Abu	:	11.10%	x 30.36	=	3.37 kg
- Lemak	:	2.50%	x 30.36	=	0.76 kg
- Protein	:	2.75%	x 30.36	=	0.83 kg
- Karbohidrat	:	72.30%	x 30.36	=	21.95 kg
- Tokoferol	:	0.03%	x 30.36	=	0.01 kg
- Fenol	:	0.25%	x 30.36	=	0.08 kg
- Kalsium	:	0.37%	x 30.36	=	0.11 kg
- Natrium	:	0.07%	x 30.36	=	0.02 kg
- Kalium	:	3.61%	x 30.36	=	1.10 kg
- Besi	:	0.03%	x 30.36	=	0.01 kg
- Fosfor	:	0.99%	x 30.36	=	0.30 kg
- Magnesium	:	1.50%	x 30.36	=	0.46 kg

Masuk (kg) dari washer		Keluar (kg) ke vacuum oven	
Sarang Semut	33.76	Serbuk Sarang Semut	32.89
Air = 4.77		Air = 3.90	
Abu = 3.37		Abu = 3.37	
Lemak = 0.76		Lemak = 0.76	
Protein = 0.83		Protein = 0.83	
Karbohidrat = 21.95		Karbohidrat = 21.95	
Tokoferol = 0.01		Tokoferol = 0.01	
Total fenol = 0.08		Total fenol = 0.08	
Kalsium (Ca) = 0.11		Kalsium (Ca) = 0.11	
Natrium (Na) = 0.02		Natrium (Na) = 0.02	
Kalium (K) = 1.10		Kalium (K) = 1.10	
Besi (Fe) = 0.01		Besi (Fe) = 0.01	
Fosfor (P) = 0.30		Fosfor (P) = 0.30	
Magnesium (Mg) = 0.46		Magnesium (Mg) = 0.46	
		Air yang hilang selama proses =	0.87
Total	33.76	Total	33.76

5. Vacuum Oven



Serbuk sarang semut yang keluar dari *vacuum oven* harus mempunyai kadar air sebesar 3%. Sarang semut masuk ke *vacuum oven* mempunyai kadar air 12,86%.

Komponen masuk terdiri dari :

Serbuk sarang semut (tanpa air)	= 28,99 kg
Kandungan air pada s.s	= 3,90 kg

Komponen keluar terdiri dari :

Serbuk s.s. tanpa air	= 28,99 kg
Air yang terkandung dalam s.s	$= 3\% \times 30,36 = 0,91 \text{ kg}$
Air yang menguap	$= 3,90 - 0,91 = 2,99 \text{ kg}$

Komposisi s.s yang keluar terdiri dari :

- Sarang semut	:			=	28.99	kg
- Abu	:	11.10%	x	30.36	=	3.37 kg
- Lemak	:	2.50%	x	30.36	=	0.76 kg
- Protein	:	2.75%	x	30.36	=	0.83 kg
- Karbohidrat	:	72.30%	x	30.36	=	21.95 kg
- Tokoferol	:	0.03%	x	30.36	=	0.01 kg
- Fenol	:	0.25%	x	30.36	=	0.08 kg
- Kalsium	:	0.37%	x	30.36	=	0.11 kg
- Natrium	:	0.07%	x	30.36	=	0.02 kg
- Kalium	:	3.61%	x	30.36	=	1.10 kg
- Besi	:	0.03%	x	30.36	=	0.01 kg
- Fosfor	:	0.99%	x	30.36	=	0.30 kg
- Magnesium	:	1.50%	x	30.36	=	0.46 kg

Masuk (kg) dari hammer mill			Keluar (kg) ke screen		
Serbuk Sarang Semut		32.89	Serbuk Sarang Semut		29.90
Air	=	3.90	Air	=	0.91
Abu	=	3.37	Abu	=	3.37
Lemak	=	0.76	Lemak	=	0.76
Protein	=	0.83	Protein	=	0.83
Karbohidrat	=	21.95	Karbohidrat	=	21.95
Tokoferol	=	0.01	Tokoferol	=	0.01
Total fenol	=	0.08	Total fenol	=	0.08
Kalsium (Ca)	=	0.11	Kalsium (Ca)	=	0.11
Natrium (Na)	=	0.02	Natrium (Na)	=	0.02
Kalium (K)	=	1.10	Kalium (K)	=	1.10
Besi (Fe)	=	0.01	Besi (Fe)	=	0.01
Fosfor (P)	=	0.30	Fosfor (P)	=	0.30
Magnesium (Mg)	=	0.46	Magnesium (Mg)	=	0.46
		28.99			
			Air yang menguap	=	2.99
Total		32.89	Total		32.89

6. Mesin Packaging

Masuk (kg) ke mesin packaging			Keluar (kg) produk teh celup		
Serbuk Sarang Semut		29.90	Serbuk Sarang Semut		29.90
Air	=	0.91	Air	=	0.91
Abu	=	3.37	Abu	=	3.37
Lemak	=	0.76	Lemak	=	0.76
Protein	=	0.83	Protein	=	0.83
Karbohidrat	=	21.95	Karbohidrat	=	21.95
Tokoferol	=	0.01	Tokoferol	=	0.01
Total fenol	=	0.08	Total fenol	=	0.08
Kalsium (Ca)	=	0.11	Kalsium (Ca)	=	0.11
Natrium (Na)	=	0.02	Natrium (Na)	=	0.02
Kalium (K)	=	1.10	Kalium (K)	=	1.10
Besi (Fe)	=	0.01	Besi (Fe)	=	0.01
Fosfor (P)	=	0.30	Fosfor (P)	=	0.30
Magnesium (Mg)	=	0.46	Magnesium (Mg)	=	0.46
Total		29.90	Total		29.90

APPENDIX B

NERACA PANAS

Dasar perhitungan :

Kapasitas bahan baku = 30,36 kg/batch

Suhu reference = 25 °C ≈ 298 K

Satuan energi = kilo Joule (KJ)

Satuan massa = kg

Basis = 1 batch

Tipe operasi = batch

Data kapasitas panas (Cp) yang digunakan :

- Kapasitas panas air, abu, lemak, protein, karbohidrat, kalsium, kalium, magnesium, fosfor didapat dari persamaan untuk menghitung *heat capacity* [5]

Pada suhu 30 °C ≈ 303 K

- **Air**

$$\begin{aligned} \int_{25}^{30} C_p dT &= \int_{25}^{30} (4,1762 - 9,0864 \times 10^{-5} T + 5,4731 \times 10^{-6} T^2) \\ &= \\ &= [4,1762 \times (30 - 25)] - \left[\frac{9,0864 \times 10^{-5}}{2} \times (30^2 - 25^2) \right] + \left[\frac{5,4731 \times 10^{-6}}{3} \times (30^3 - 25^3) \right] \\ &= 20,89 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

- **Abu**

$$\int_{25}^{30} C_p dT = \int_{25}^{30} (1,0926 + 1,8896 \times 10^{-3} T - 3,6817 \times 10^{-6} T^2)$$

$$= [1,0926 \times (30 - 25)] + \left[\frac{1,8896 \times 10^{-3}}{2} \times (30^2 - 25^2) \right] - \left[\frac{3,6817 \times 10^{-6}}{3} \times (30^3 - 25^3) \right]$$

$$= 5,71 \text{ kJ/kg}$$

- **Lemak**

$$\int_{25}^{30} C_p dT = \int_{25}^{30} (1,9842 + 1,4733 \times 10^{-3} T - 4,8008 \times 10^{-6} T^2)$$

$$= [1,9842 \times (30 - 25)] + \left[\frac{1,4733 \times 10^{-3}}{2} \times (30^2 - 25^2) \right] - \left[\frac{4,8008 \times 10^{-6}}{3} \times (30^3 - 25^3) \right]$$

$$= 10,11 \text{ kJ/kg}$$

- **Protein**

$$\int_{25}^{30} C_p dT = \int_{25}^{30} (2,0082 + 1,2089 \times 10^{-3} T - 1,3129 \times 10^{-6} T^2)$$

$$= [2,0082 \times (30 - 25)] + \left[\frac{1,2089 \times 10^{-3}}{2} \times (30^2 - 25^2) \right] - \left[\frac{1,3129 \times 10^{-6}}{3} \times (30^3 - 25^3) \right]$$

$$= 10,20 \text{ kJ/kg}$$

- **Karbohidrat**

$$\int_{25}^{30} C_p dT = \int_{25}^{30} (1,5488 + 1,9625 \times 10^{-3} T - 5,9399 \times 10^{-6} T^2)$$

$$= [1,5488 \times (30 - 25)] + \left[\frac{1,9625 \times 10^{-3}}{2} \times (30^2 - 25^2) \right] - \left[\frac{5,9399 \times 10^{-6}}{3} \times (30^3 - 25^3) \right]$$

$$= 7,99 \text{ kJ/kg}$$

- **Kalsium**

$$\int_{25}^{30} C_p dT = \int_{25}^{30} (57,358 - 3,6594 \times 10^{-2} T + 1,7589 \times 10^{-5} T^2 - 2,1846 \times 10^{-9} T^3)$$

=

$$[57,358 \times (30 - 25)] - \left[\frac{3,6594 \times 10^{-2}}{2} \times (30^2 - 25^2) \right] + \left[\frac{1,7589 \times 10^{-5}}{3} \times (30^3 - 25^3) \right] - \left[\frac{2,1846 \times 10^{-9}}{4} \times (30^4 - 25^4) \right]$$

$$= 281,82 \text{ J/mol}$$

- **Kalium**

$$\int_{25}^{30} C_p dT = \int_{25}^{30} 35,955 - 1,687 \times 10^{-2} T + 1,3313 \times 10^{-5} T^2 - 1,8 \times 10^{-9} T^3$$

=

$$[35,955 \times (30 - 25)] - \left[\frac{1,687 \times 10^{-2}}{2} \times (30^2 - 25^2) \right] + \left[\frac{1,3313 \times 10^{-5}}{3} \times (30^3 - 25^3) \right] + \left[\frac{1,8 \times 10^{-9}}{4} (30^4 - 25^4) \right]$$

$$= 177,51 \text{ J/mol}$$

- **Fosfor**

$$\int_{25}^{30} C_p dT = \int_{25}^{30} 36,97 - 5,8048 \times 10^{-2} T + 9,0422 \times 10^{-5} T^2 - 3,3467 \times 10^{-8} T^3$$

=

$$[36,97 \times (30 - 25)] - \left[\frac{5,8048 \times 10^{-2}}{2} \times (30^2 - 25^2) \right] + \left[\frac{9,0422 \times 10^{-5}}{3} \times (30^3 - 25^3) \right] - \left[\frac{3,3467 \times 10^{-8}}{4} (30^4 - 25^4) \right]$$

$$= 177,21 \text{ J/mol}$$

- **Magnesium**

$$\int_{25}^{30} C_p dT = \int_{25}^{30} 71,613 - 6,2494 \times 10^{-2} T + 1,6395 \times 10^{-5} T^2 + 6,8222 \times 10^{-9} T^3$$

=

$$[71,613 \times (30 - 25)] - \left[\frac{6,2494 \times 10^{-2}}{2} \times (30^2 - 25^2) \right] + \left[\frac{1,6395 \times 10^{-5}}{3} \times (30^3 - 25^3) \right] + \left[\frac{6,8222 \times 10^{-9}}{4} (30^4 - 25^4) \right]$$

$$= 349,53 \text{ J/mol}$$

Pada suhu $45^\circ\text{C} \approx 343 \text{ K}$

- **Air**

Pra Rencana Pabrik Teh Celup Sarang Semut

$$\begin{aligned}
 \int Cp.dT &= \int_{30}^{45} (4,1762 - 9,0864 \times 10^{-5} T + 5,4731 \times 10^{-6} T^2) \\
 &= \\
 &= [4,1762 \times (45 - 30)] - \left[\frac{9,0864 \times 10^{-5}}{2} \times (45^2 - 30^2) \right] + \left[\frac{5,4731 \times 10^{-6}}{3} \times (45^3 - 30^3) \right] \\
 &= 62,71 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

- **Abu**

$$\begin{aligned}
 \int Cp.dT &= \int_{30}^{45} (1,0926 + 1,8896 \times 10^{-3} T - 3,6817 \times 10^{-6} T^2) \\
 &= \\
 &= [1,0926 \times (45 - 30)] + \left[\frac{1,8896 \times 10^{-3}}{2} \times (45^2 - 30^2) \right] - \left[\frac{3,6817 \times 10^{-6}}{3} \times (45^3 - 30^3) \right] \\
 &= 17,37 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

- **Lemak**

$$\begin{aligned}
 \int Cp.dT &= \int_{30}^{45} (1,9842 + 1,4733 \times 10^{-3} T - 4,8008 \times 10^{-6} T^2) \\
 &= \\
 &= [1,9842 \times (45 - 30)] + \left[\frac{1,4733 \times 10^{-3}}{2} \times (45^2 - 30^2) \right] - \left[\frac{4,8008 \times 10^{-6}}{3} \times (45^3 - 30^3) \right] \\
 &= 30,49 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

- **Protein**

$$\begin{aligned}
 \int Cp.dT &= \int_{30}^{45} (2,0082 + 1,2089 \times 10^{-3} T - 1,3129 \times 10^{-6} T^2) \\
 &= [2,0082 \times (45 - 30)] + \left[\frac{1,2089 \times 10^{-3}}{2} \times (45^2 - 30^2) \right] - \left[\frac{1,3129 \times 10^{-6}}{3} \times (45^3 - 30^3) \right]
 \end{aligned}$$

$$= 30,77 \text{ kJ/kg}$$

- **Karbohidrat**

$$\begin{aligned}\int C_p.dT &= \int_{30}^{45} (1,5488 + 1,9625 \times 10^{-3} T - 5,9399 \times 10^{-6} T^2) \\ &= [1,5488 \times (45 - 30)] + \left[\frac{1,9625 \times 10^{-3}}{2} \times (45^2 - 30^2) \right] - \left[\frac{5,9399 \times 10^{-6}}{3} \times (45^3 - 30^3) \right] \\ &= 24,21 \text{ kJ/kg}\end{aligned}$$

- **Kalsium**

$$\begin{aligned}\int C_p.dT &= \int_{30}^{45} (57,358 - 3,6594 \times 10^{-2} T + 1,7589 \times 10^{-5} T^2 - 2,1846 \times 10^{-9} T^3) \\ &= \\ &= [57,358 \times (45 - 30)] - \left[\frac{3,6594 \times 10^{-2}}{2} \times (45^2 - 30^2) \right] + \left[\frac{1,7589 \times 10^{-5}}{3} \times (45^3 - 30^3) \right] - \left[\frac{2,1846 \times 10^{-9}}{4} \times (45^4 - 30^4) \right] \\ &= 840,16 \text{ J/mol}\end{aligned}$$

- **Kalium**

$$\begin{aligned}\int C_p.dT &= \int_{30}^{45} (35,955 - 1,687 \times 10^{-2} T + 1,3313 \times 10^{-5} T^2 - 1,8 \times 10^{-9} T^3) \\ &= \\ &= [35,955 \times (45 - 30)] - \left[\frac{1,687 \times 10^{-2}}{2} \times (45^2 - 30^2) \right] + \left[\frac{1,3313 \times 10^{-5}}{3} \times (45^3 - 30^3) \right] - \left[\frac{1,8 \times 10^{-9}}{4} \times (45^4 - 30^4) \right] \\ &= 530,12 \text{ J/mol}\end{aligned}$$

- **Fosfor**

$$\int C_p.dT = \int_{30}^{45} (36,97 - 5,8048 \times 10^{-2} T + 9,0422 \times 10^{-5} T^2 - 3,3467 \times 10^{-8} T^3)$$

=

$$[36,97 \times (45 - 30)] - \left[\frac{5,8048 \times 10^{-2}}{2} \times (45^2 - 30^2) \right] + \left[\frac{9,0422 \times 10^{-5}}{3} \times (45^3 - 30^3) \right] - \left[\frac{3,3467 \times 10^{-8}}{4} (45^4 - 30^4) \right]$$

$$= 522,90 \text{ J/mol}$$

- **Magnesium**

$$\int C_p dT =$$

$$\int_{30}^{45} 71,613 - 6,2494 \times 10^{-2} T + 1,6395 \times 10^{-5} T^2 + 6,8222 \times 10^{-9} T^3$$

$$= [71,613 \times (45 - 30)] - \left[\frac{6,2494 \times 10^{-2}}{2} \times (45^2 - 30^2) \right] + \left[\frac{1,6395 \times 10^{-5}}{3} \times (45^3 - 30^3) \right] + \left[\frac{6,8222 \times 10^{-9}}{4} (45^4 - 30^4) \right]$$

$$= 1.039,40 \text{ J/mol}$$

- Kapasitas panas natrium dan besi didapat dari Wikipedia [8,10]

$$C_p \text{ Natrium} = 28,23 \text{ J/mol.K}$$

$$C_p \text{ Besi} = 25,10 \text{ J/mol.K}$$

- Kapasitas panas vitamin E (tokoferol) ditentukan dengan cara *group*

contribution for liquid molar heat capacity

$$C_p \text{ Tokoferol (vitamin E)} = 2,0098 \text{ kJ/kg.K} \quad [6]$$

$$C_p \text{ Pengotor} = 0,7997 \text{ kJ/kg.}^\circ\text{C}$$

- Kapasitas panas polifenol (total fenol) dihitung dengan menggunakan *Kopp's*

Rule pada halaman 368 dengan menghitung C_p setiap komponen yang didapat

dari App.E hal 676 [7]

Komponen	Solid (kal/mol.°C)	Liquid (kal/mol.°C)
H	2,3	4,3
P	5,4	7,4
O	4,0	6,0
N	4,4	-
F	5,0	7,0
C	1,8	2,8

Lainnya	6,2	8,0
---------	-----	-----

Dimana Cp dari total fenol (polifenol) dicari dengan menggunakan Kopp's

Rule :

Cp C₆H₆O : C = 1,8 kal/mol°C , H = 2,3 kal/mol°C, O = 4,0 kal/mol°C

$$\begin{aligned} \text{Cp C}_6\text{H}_6\text{O} &= \frac{(6 \times 1,8) + (6 \times 2,3) + (1 \times 4,0)}{(6 \times 12) + (6 \times 1) + (1 \times 16)} \frac{\text{kal} / \text{mol} \cdot ^\circ \text{C}}{\text{g} / \text{mol}} \\ &= 0,32 \text{ kal/g} \cdot ^\circ \text{C} = 1,34 \text{ J/g} \cdot ^\circ \text{C} \end{aligned}$$

$$\text{Cp total fenol (C}_6\text{H}_6\text{O)} = 1,34 \text{ J/g} \cdot ^\circ \text{C}$$

$$\text{- Cp uap air} = 33,46 - 0,6880 \cdot 10^{-2} T + 0,7604 \cdot 10^{-5} T^2 - 3,593 \cdot 10^{-9} T^3 \text{ J/mol } ^\circ \text{C}$$

[7]

Pada suhu 45 °C

Uap air

$$\begin{aligned} \int_{25}^{45} C_p \cdot dT &= \int_{25}^{45} (34,46 + 0,6880 \cdot 10^{-2} T + 0,7604 \cdot 10^{-5} T^2 - 3,593 \cdot 10^{-9} T^3) \cdot dT \\ &= [34,46 \cdot (45 - 25)] + \left[\frac{0,6880 \cdot 10^{-2}}{2} (45^2 - 25^2) \right] + \left[\frac{0,7604 \cdot 10^{-5}}{3} (45^3 - 25^3) \right] \\ &\quad - \left[\frac{3,593 \cdot 10^{-9}}{4} (45^4 - 25^4) \right] \\ &= 694,12 \text{ kJ/mol} = 38,56 \text{ kJ/ kg} \end{aligned}$$

Mencari Cp sarang semut

$$Cp_{\text{sarang semut}} = \sum \frac{x_i}{\text{berat total}} \times Cp_i$$

nama komponen	berat komponen	Cp komponen	Cpi
air	1.37	20.89	0.94
abu	3.37	5.71	0.63
lemak	0.76	10.11	0.25
protein	0.83	10.2	0.28
karbohidrat	21.95	7.99	5.78
tokoferol	0.01	2.0098	0.00
fenol	0.08	1.34	0.00
kalsium	0.11	281.82	1.04
natrium	0.02	28.23	0.02
kalium	1.10	177.51	6.41
besi	0.01	25.1	0.01
fosfor	0.30	177.21	1.75
magnesium	0.46	349.53	5.24
Cp campuran=			22.36

$$Cp_{\text{sarang semut}} = 22,36 \text{ kJ/kg}$$

1. Washer (Bak Pencucian)

Masuk (kg) dari warehouse sarang semut			Keluar (kg) ke hammer mill		
Sarang Semut		30.36	Sarang Semut		35.93
Air =	1.37		Air =	6.94	
Abu =	3.37		Abu =	3.37	
Lemak =	0.76		Lemak =	0.76	
Protein =	0.83		Protein =	0.83	
Karbohidrat =	21.95		Karbohidrat =	21.95	
Tokoferol =	0.01		Tokoferol =	0.01	
Total fenol =	0.08		Total fenol =	0.08	
Kalsium (Ca) =	0.11		Kalsium (Ca) =	0.11	
Natrium (Na) =	0.02		Natrium (Na) =	0.02	
Kalium (K) =	1.10		Kalium (K) =	1.10	
Besi (Fe) =	0.01		Besi (Fe) =	0.01	
Fosfor (P) =	0.30		Fosfor (P) =	0.30	
Magnesium (Mg) =	0.46		Magnesium (Mg) =	0.46	
Air pencuci		241.83	Air pencuci =	241.83	
			Air yang terbuang =		236.26
Total		272.19	Total		272.19

Masuk Washer

Suhu sarang semut masuk washer = 30 °C (303 K)

Terdiri dari komponen :

- **Air**

Pra Rencana Pabrik Teh Celup Sarang Semut

Air = air yang terkandung dalam sarang semut + air pencuci

$$= 1,37 + 241,83$$

$$= 243,2 \text{ kg}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 243,2 \text{ kg} \times 20,89 \text{ kJ/kg} = 5.080,37 \text{ kJ}$$

• **Abu**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 3,37 \text{ kg} \times 5,71 \text{ kJ/kg} = 19,24 \text{ kJ}$$

• **Lemak**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 0,76 \text{ kg} \times 10,11 \text{ kJ/kg} = 7,67 \text{ kJ}$$

• **Protein**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 0,83 \text{ kg} \times 10,20 \text{ kJ/kg} = 8,52 \text{ kJ}$$

• **Karbohidrat**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 21,95 \text{ kg} \times 7,99 \text{ kJ/kg} = 175,38 \text{ kJ}$$

• **Tokoferol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,01 \text{ kg} \times 2,0098 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298)\text{K} = 0,09 \text{ kJ}$$

• **Total Fenol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 80 \text{ g} \times 1,34 \text{ J/g.}^{\circ}\text{C} \times (30-25)^{\circ}\text{C} = 536 \text{ J} = 0,51 \text{ kJ}$$

• **Kalsium**

$$m = 0,11 \text{ kg} = 110 \text{ gr} = 2,75 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 2,75 \text{ mol} \times 281,82 \text{ J/mol} = 775 \text{ J} = 0,79 \text{ kJ}$$

• **Natrium**

$$m = 0,02 \text{ kg} = 20 \text{ gr} = 0,87 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,87 \text{ mol} \times 28,23 \text{ J/mol.K} \times (303-298)^{\circ}\text{C} = 122,80 \text{ J} =$$

$$0,13 \text{ kJ}$$

- **Kalium**

$$m = 1,10 \text{ kg} = 1.090 \text{ g} = 27,95 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 27,95 \text{ mol} \times 177,51 \text{ J/mol} = 4.961,40 \text{ J} = 4,86 \text{ kJ}$$

- **Besi**

$$m = 0,01 \text{ kg} = 10 \text{ g} = 0,18 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,18 \text{ mol} \times 25,10 \text{ J/mol.K} \times (303-298) ^\circ\text{C} = 22,59 \text{ J} \\ = 0,02 \text{ kJ}$$

- **Fosfor**

$$m = 0,3 \text{ kg} = 300 \text{ g} = 9,68 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 9,68 \text{ mol} \times 177,21 \text{ J/mol} = 1.715,39 \text{ J} = 1,72 \text{ kJ}$$

- **Magnesium**

$$m = 0,46 \text{ kg} = 460 \text{ g} = 18,52 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 18,52 \text{ mol} \times 349,53 \text{ J/mol} = 6.473,30 \text{ J} = 6,55 \text{ kJ}$$

$$Q \text{ input washer} = 5.305,86 \text{ kJ}$$

Keluar Washer

Suhu sarang semut keluar Washer = 30 °C (303 K)

Terdiri dari komponen :

- **Air**

Air = air yang terkandung dalam sarang semut + air pencuci yang terbuang

$$= 6,94 + 236,26$$

$$= 243,20 \text{ kg}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 244,24 \text{ kg} \times 20,89 \text{ kJ/kg} = 5.080,37 \text{ kJ}$$

- **Abu**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 3,37 \text{ kg} \times 5,71 \text{ kJ/kg} = 19,24 \text{ kJ}$$

• **Lemak**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 0,76 \text{ kg} \times 10,11 \text{ kJ/kg} = 7,67 \text{ kJ}$$

• **Protein**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 0,83 \text{ kg} \times 10,20 \text{ kJ/kg} = 8,52 \text{ kJ}$$

• **Karbohidrat**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 21,95 \text{ kg} \times 7,99 \text{ kJ/kg} = 175,38 \text{ kJ}$$

• **Tokoferol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,01 \text{ kg} \times 2,0098 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298)\text{K} = 0,09 \text{ kJ}$$

• **Total Fenol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 80 \text{ g} \times 1,34 \text{ J/g.}^\circ\text{C} \times (30-25)^\circ\text{C} = 536 \text{ J} = 0,51 \text{ kJ}$$

• **Kalsium**

$$m = 0,11 \text{ kg} = 110 \text{ gr} = 2,75 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 2,75 \text{ mol} \times 281,82 \text{ J/mol} = 775 \text{ J} = 0,79 \text{ kJ}$$

• **Natrium**

$$m = 0,02 \text{ kg} = 20 \text{ gr} = 0,87 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,87 \text{ mol} \times 28,23 \text{ J/mol.K} \times (303-298)^\circ\text{C} = 122,80 \text{ J} = 0,13 \text{ kJ}$$

• **Kalium**

$$m = 1,10 \text{ kg} = 1.090 \text{ g} = 27,95 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 27,95 \text{ mol} \times 177,51 \text{ J/mol} = 4.961,40 \text{ J} = 4,86 \text{ kJ}$$

• **Besi**

$$m = 0,01 \text{ kg} = 10 \text{ g} = 0,18 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,18 \text{ mol} \times 25,10 \text{ J/mol.K} \times (303-298)^\circ\text{C} = 22,59 \text{ J}$$

$$= 0,02 \text{ kJ}$$

• **Fosfor**

$$m = 0,3 \text{ kg} = 300 \text{ g} = 9,68 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 9,68 \text{ mol} \times 177,21 \text{ J/mol} = 1.715,39 \text{ J} = 1,72 \text{ kJ}$$

• **Magnesium**

$$m = 0,46 \text{ kg} = 460 \text{ g} = 18,52 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 18,52 \text{ mol} \times 349,53 \text{ J/mol} = 6.473,30 \text{ J} = 6,55 \text{ kJ}$$

$$Q \text{ output washer} = 5.305,86 \text{ kJ}$$

Komponen	Q input (kJ) dari hammer mill	Q output (kJ) ke screen
Air	5,080.37	5,080.37
Abu	19.24	19.24
Lemak	7.67	7.67
Protein	8.52	8.52
Karbohidrat	175.38	175.38
Tokoferol	0.09	0.09
Total fenol	0.51	0.51
Kalsium	0.79	0.79
Natrium	0.13	0.13
Kalium	4.86	4.86
Besi	0.02	0.02
Fosfor	1.72	1.72
Magnesium	6.55	6.55
Total	5,305.86	5,305.86

2. Penirisan

Masuk (kg) dari warehouse sarang semut		Keluar (kg) ke penirisan	
Sarang Semut	35.93	Sarang Semut	33.76
Air = 6.94		Air = 4.77	
Abu = 3.37		Abu = 3.37	
Lemak = 0.76		Lemak = 0.76	
Protein = 0.83		Protein = 0.83	
Karbohidrat = 21.95		Karbohidrat = 21.95	
Tokoferol = 0.01		Tokoferol = 0.01	
Total fenol = 0.08		Total fenol = 0.08	
Kalsium (Ca) = 0.11		Kalsium (Ca) = 0.11	
Natrium (Na) = 0.02		Natrium (Na) = 0.02	
Kalium (K) = 1.10		Kalium (K) = 1.10	
Besi (Fe) = 0.01		Besi (Fe) = 0.01	
Fosfor (P) = 0.30		Fosfor (P) = 0.30	
Magnesium (Mg) = 0.46		Magnesium (Mg) = 0.46	
		Air yang hilang selama penirisan =	2.17
Total	35.93	Total	35.93

Masuk Penirisan

Suhu sarang semut masuk washer = 30 °C (303 K)

Terdiri dari komponen :

- **Air**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 6,94 \text{ kg} \times 20,89 \text{ kJ/kg} = 144,98 \text{ kJ}$$

• **Abu**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 3,37 \text{ kg} \times 5,71 \text{ kJ/kg} = 19,24 \text{ kJ}$$

• **Lemak**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 0,76 \text{ kg} \times 10,11 \text{ kJ/kg} = 7,67 \text{ kJ}$$

• **Protein**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 0,83 \text{ kg} \times 10,20 \text{ kJ/kg} = 8,52 \text{ kJ}$$

• **Karbohidrat**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 21,95 \text{ kg} \times 7,99 \text{ kJ/kg} = 175,38 \text{ kJ}$$

• **Tokoferol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,01 \text{ kg} \times 2,0098 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298)\text{K} = 0,09 \text{ kJ}$$

• **Total Fenol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 80 \text{ g} \times 1,34 \text{ J/g.}^\circ\text{C} \times (30-25)^\circ\text{C} = 536 \text{ J} = 0,51 \text{ kJ}$$

• **Kalsium**

$$m = 0,11 \text{ kg} = 110 \text{ gr} = 2,75 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 2,75 \text{ mol} \times 281,82 \text{ J/mol} = 775 \text{ J} = 0,79 \text{ kJ}$$

• **Natrium**

$$m = 0,02 \text{ kg} = 20 \text{ gr} = 0,87 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,87 \text{ mol} \times 28,23 \text{ J/mol.K} \times (303-298)^\circ\text{C} = 122,80 \text{ J} = 0,13 \text{ kJ}$$

• **Kalium**

$$m = 1,10 \text{ kg} = 1.090 \text{ g} = 27,95 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 27,95 \text{ mol} \times 177,51 \text{ J/mol} = 4.961,40 \text{ J} = 4,86 \text{ kJ}$$

• **Besi**

$$m = 0,01 \text{ kg} = 10 \text{ g} = 0,18 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,18 \text{ mol} \times 25,10 \text{ J/mol.K} \times (303-298) ^\circ\text{C} = 22,59 \text{ J} = 0,02 \text{ kJ}$$

- **Fosfor**

$$m = 0,3 \text{ kg} = 300 \text{ g} = 9,68 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p.dT = 9,68 \text{ mol} \times 177,21 \text{ J/mol} = 1.715,39 \text{ J} = 1,72 \text{ kJ}$$

- **Magnesium**

$$m = 0,46 \text{ kg} = 460\text{g}=18,52 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p.dT = 18,52 \text{ mol} \times 349,53 \text{ J/mol} = 6.473,30 \text{ J} = 6,55 \text{ kJ}$$

$$Q \text{ input penirisan} = 370,47 \text{ kJ}$$

Keluar Penirisan

Suhu sarang semut keluar Penirisan = 30 ⁰C (303 K)

Terdiri dari komponen :

- **Air**

$$Q = m \times C_p.dT = 4,77 \text{ kg} \times 20,89 \text{ kJ/kg} = 99,57 \text{ kJ}$$

- **Abu**

$$Q = m \times C_p.dT = 3,37 \text{ kg} \times 5,71 \text{ kJ/kg} = 19,24 \text{ kJ}$$

- **Lemak**

$$Q = m \times C_p.dT = 0,76 \text{ kg} \times 10,11 \text{ kJ/kg} = 7,67 \text{ kJ}$$

- **Protein**

$$Q = m \times C_p.dT = 0,83 \text{ kg} \times 10,20 \text{ kJ/kg} = 8,52 \text{ kJ}$$

- **Karbohidrat**

$$Q = m \times C_p.dT = 21,95 \text{ kg} \times 7,99 \text{ kJ/kg} = 175,38 \text{ kJ}$$

- **Tokoferol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,01 \text{ kg} \times 2,0098 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298)\text{K} = 0,09 \text{ kJ}$$

- **Total Fenol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 80 \text{ g} \times 1,34 \text{ J/g.}^{\circ}\text{C} \times (30-25)^{\circ}\text{C} = 536 \text{ J} = 0,51 \text{ kJ}$$

- **Kalsium**

$$m = 0,11 \text{ kg} = 110 \text{ gr} = 2,75 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p.dT = 2,75 \text{ mol} \times 281,82 \text{ J/mol} = 775 \text{ J} = 0,79 \text{ kJ}$$

- **Natrium**

$$m = 0,02 \text{ kg} = 20 \text{ gr} = 0,87 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,87 \text{ mol} \times 28,23 \text{ J/mol.K} \times (303-298)^{\circ}\text{C} = 122,80 \text{ J} = 0,13 \text{ kJ}$$

- **Kalium**

$$m = 1,10 \text{ kg} = 1.090 \text{ g} = 27,95 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p.dT = 27,95 \text{ mol} \times 177,51 \text{ J/mol} = 4.961,40 \text{ J} = 4,86 \text{ kJ}$$

- **Besi**

$$m = 0,01 \text{ kg} = 10 \text{ g} = 0,18 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,18 \text{ mol} \times 25,10 \text{ J/mol.K} \times (303-298)^{\circ}\text{C} = 22,59 \text{ J} = 0,02 \text{ kJ}$$

- **Fosfor**

$$m = 0,3 \text{ kg} = 300 \text{ g} = 9,68 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p.dT = 9,68 \text{ mol} \times 177,21 \text{ J/mol} = 1.715,39 \text{ J} = 1,72 \text{ kJ}$$

- **Magnesium**

$$m = 0,46 \text{ kg} = 460 \text{ g} = 18,52 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 18,52 \text{ mol} \times 349,53 \text{ J/mol} = 6.473,30 \text{ J} = 6,55 \text{ kJ}$$

• **Air yang hilang**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 2,17 \text{ kg} \times 20,89 \text{ kJ/kg} = 45,41 \text{ kJ}$$

Q output penirisan = 370,47 kJ

Komponen	Q input (kJ) dari washer	Q output (kJ) ke hammer mill
Air	144.98	99.57
Abu	19.24	19.24
Lemak	7.67	7.67
Protein	8.52	8.52
Karbohidrat	175.38	175.38
Tokoferol	0.09	0.09
Total fenol	0.51	0.51
Kalsium	0.79	0.79
Natrium	0.13	0.13
Kalium	4.86	4.86
Besi	0.02	0.02
Fosfor	1.72	1.72
Magnesium	6.55	6.55
Air yang hilang	0.00	45.41
Total	370.47	370.47

3. Hammer Mill

Masuk (kg) dari penirisan			Keluar (kg) ke vacuum oven		
Sarang Semut		33.76	Serbuk Sarang Semut		32.89
Air =	4.77		Air =	3.90	
Abu =	3.37		Abu =	3.37	
Lemak =	0.76		Lemak =	0.76	
Protein =	0.83		Protein =	0.83	
Karbohidrat =	21.95		Karbohidrat =	21.95	
Tokoferol =	0.01		Tokoferol =	0.01	
Total fenol =	0.08		Total fenol =	0.08	
Kalsium (Ca) =	0.11		Kalsium (Ca) =	0.11	
Natrium (Na) =	0.02		Natrium (Na) =	0.02	
Kalium (K) =	1.10		Kalium (K) =	1.10	
Besi (Fe) =	0.01		Besi (Fe) =	0.01	
Fosfor (P) =	0.30		Fosfor (P) =	0.30	
Magnesium (Mg) =	0.46		Magnesium (Mg) =	0.46	
			Air yang hilang selama proses =		0.87
Total		33.76	Total		33.76

Masuk Hammer Mill

Suhu sarang semut masuk hammer mill = 30 °C (303 K)

Terdiri dari komponen :

• Air

Pra Rencana Pabrik Teh Celup Sarang Semut

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 4,77 \text{ kg} \times 20,89 \text{ kJ/kg} = 99,57 \text{ kJ}$$

• **Abu**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 3,37 \text{ kg} \times 5,71 \text{ kJ/kg} = 19,24 \text{ kJ}$$

• **Lemak**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 0,76 \text{ kg} \times 10,11 \text{ kJ/kg} = 7,67 \text{ kJ}$$

• **Protein**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 0,83 \text{ kg} \times 10,20 \text{ kJ/kg} = 8,52 \text{ kJ}$$

• **Karbohidrat**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 21,95 \text{ kg} \times 7,99 \text{ kJ/kg} = 175,38 \text{ kJ}$$

• **Tokoferol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,01 \text{ kg} \times 2,0098 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298)\text{K} = 0,09 \text{ kJ}$$

• **Total Fenol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 80 \text{ g} \times 1,34 \text{ J/g.}^\circ\text{C} \times (30-25)^\circ\text{C} = 536 \text{ J} = 0,51 \text{ kJ}$$

• **Kalsium**

$$m = 0,11 \text{ kg} = 110 \text{ gr} = 2,75 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 2,75 \text{ mol} \times 281,82 \text{ J/mol} = 775 \text{ J} = 0,79 \text{ kJ}$$

• **Natrium**

$$m = 0,02 \text{ kg} = 20 \text{ gr} = 0,87 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,87 \text{ mol} \times 28,23 \text{ J/mol.K} \times (303-298)^\circ\text{C} = 122,80 \text{ J} = 0,13 \text{ kJ}$$

• **Kalium**

$$m = 1,10 \text{ kg} = 1.090 \text{ g} = 27,95 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 27,95 \text{ mol} \times 177,51 \text{ J/mol} = 4.961,40 \text{ J} = 4,86 \text{ kJ}$$

- **Besi**

$$m = 0,01 \text{ kg} = 10 \text{ g} = 0,18 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,18 \text{ mol} \times 25,10 \text{ J/mol.K} \times (303-298) ^\circ\text{C} = 22,59 \text{ J} = 0,02 \text{ kJ}$$

- **Fosfor**

$$m = 0,3 \text{ kg} = 300 \text{ g} = 9,68 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p.dT = 9,68 \text{ mol} \times 177,21 \text{ J/mol} = 1.715,39 \text{ J} = 1,72 \text{ kJ}$$

- **Magnesium**

$$m = 0,46 \text{ kg} = 460\text{g}=18,52 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p.dT = 18,52 \text{ mol} \times 349,53 \text{ J/mol} = 6.473,30 \text{ J} = 6,55 \text{ kJ}$$

$$Q \text{ input hammer mill} = 325,06 \text{ kJ}$$

Keluar Hammer Mill

Suhu serbuk sarang semut keluar hammer mill = 30 °C (303 K)

Terdiri dari komponen :

- **Air**

$$Q = m \times C_p.dT = 3,90 \text{ kg} \times 20,89 \text{ kJ/kg} = 81,47 \text{ kJ}$$

- **Abu**

$$Q = m \times C_p.dT = 3,37 \text{ kg} \times 5,71 \text{ kJ/kg} = 19,24 \text{ kJ}$$

- **Lemak**

$$Q = m \times C_p.dT = 0,76 \text{ kg} \times 10,11 \text{ kJ/kg} = 7,67 \text{ kJ}$$

- **Protein**

$$Q = m \times C_p.dT = 0,83 \text{ kg} \times 10,20 \text{ kJ/kg} = 8,52 \text{ kJ}$$

- **Karbohidrat**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 21,95 \text{ kg} \times 7,99 \text{ kJ/kg} = 175,38 \text{ kJ}$$

• **Tokoferol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,01 \text{ kg} \times 2,0098 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298)\text{K} = 0,09 \text{ kJ}$$

• **Total Fenol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 80 \text{ g} \times 1,34 \text{ J/g.}^\circ\text{C} \times (30-25)^\circ\text{C} = 536 \text{ J} = 0,51 \text{ kJ}$$

• **Kalsium**

$$m = 0,11 \text{ kg} = 110 \text{ gr} = 2,75 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 2,75 \text{ mol} \times 281,82 \text{ J/mol} = 775 \text{ J} = 0,79 \text{ kJ}$$

• **Natrium**

$$m = 0,02 \text{ kg} = 20 \text{ gr} = 0,87 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,87 \text{ mol} \times 28,23 \text{ J/mol.K} \times (303-298)^\circ\text{C} = 122,80 \text{ J} = 0,13 \text{ kJ}$$

• **Kalium**

$$m = 1,10 \text{ kg} = 1.090 \text{ g} = 27,95 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 27,95 \text{ mol} \times 177,51 \text{ J/mol} = 4.961,40 \text{ J} = 4,86 \text{ kJ}$$

• **Besi**

$$m = 0,01 \text{ kg} = 10 \text{ g} = 0,18 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,18 \text{ mol} \times 25,10 \text{ J/mol.K} \times (303-298)^\circ\text{C} = 22,59 \text{ J} = 0,02 \text{ kJ}$$

• **Fosfor**

$$m = 0,3 \text{ kg} = 300 \text{ g} = 9,68 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 9,68 \text{ mol} \times 177,21 \text{ J/mol} = 1.715,39 \text{ J} = 1,72 \text{ kJ}$$

• **Magnesium**

$$m = 0,46 \text{ kg} = 460\text{g} = 18,52 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 18,52 \text{ mol} \times 349,53 \text{ J/mol} = 6.473,30 \text{ J} = 6,55 \text{ kJ}$$

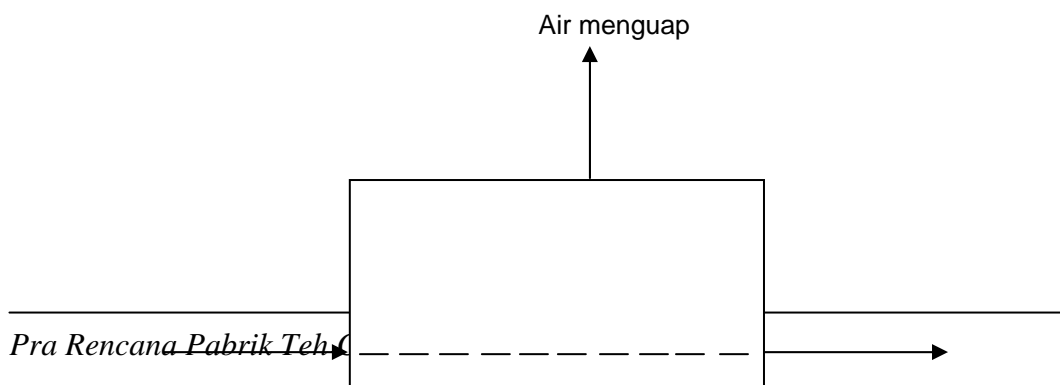
• **Air yang hilang**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 0,87 \text{ kg} \times 20,89 \text{ kJ/kg} = 18,10 \text{ kJ}$$

$$\text{Q output hammer mill} = 325,06 \text{ kJ}$$

Komponen	Q input (kJ) dari penirisan	Q output (kJ) ke vacuum oven
Air	99.57	81.47
Abu	19.24	19.24
Lemak	7.67	7.67
Protein	8.52	8.52
Karbohidrat	175.38	175.38
Tokoferol	0.09	0.09
Total fenol	0.51	0.51
Kalsium	0.79	0.79
Natrium	0.13	0.13
Kalium	4.86	4.86
Besi	0.02	0.02
Fosfor	1.72	1.72
Magnesium	6.55	6.55
Air yang hilang	0.00	18.10
Total	325.06	325.06

4. Vacuum Oven



serbuk sarang semut
T in = 303 K

P = 3 inHg
T = 45°C

serbuk sarang semut
T out = 318 K

T= 90 menit

Masuk (kg) dari hammer mill		Keluar (kg) ke screen	
Serbuk Sarang Semut	32.89	Serbuk Sarang Semut	29.90
Air =	3.90	Air =	0.91
Abu =	3.37	Abu =	3.37
Lemak =	0.76	Lemak =	0.76
Protein =	0.83	Protein =	0.83
Karbohidrat =	21.95	Karbohidrat =	21.95
Tokoferol =	0.01	Tokoferol =	0.01
Total fenol =	0.08	Total fenol =	0.08
Kalsium (Ca) =	0.11	Kalsium (Ca) =	0.11
Natrium (Na) =	0.02	Natrium (Na) =	0.02
Kalium (K) =	1.10	Kalium (K) =	1.10
Besi (Fe) =	0.01	Besi (Fe) =	0.01
Fosfor (P) =	0.30	Fosfor (P) =	0.30
Magnesium (Mg) =	0.46	Magnesium (Mg) =	0.46
	28.99		
		Air yang menguap =	2.99
Total	32.89	Total	32.89

Masuk vacuum oven

Suhu serbuk sarang semut masuk oven = 30 °C (303 K)

Serbuk sarang semut terdiri dari komponen :

• Air

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 3,90 \text{ kg} \times 20,89 \text{ kJ/kg} = 81,47 \text{ kJ}$$

• **Abu**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 3,37 \text{ kg} \times 5,71 \text{ kJ/kg} = 19,24 \text{ kJ}$$

• **Lemak**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 0,76 \text{ kg} \times 10,11 \text{ kJ/kg} = 7,67 \text{ kJ}$$

• **Protein**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 0,83 \text{ kg} \times 10,20 \text{ kJ/kg} = 8,52 \text{ kJ}$$

• **Karbohidrat**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 21,95 \text{ kg} \times 7,99 \text{ kJ/kg} = 175,38 \text{ kJ}$$

• **Tokoferol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,01 \text{ kg} \times 2,0098 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298)\text{K} = 0,09 \text{ kJ}$$

• **Total Fenol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 80 \text{ g} \times 1,34 \text{ J/g.}^\circ\text{C} \times (30-25)^\circ\text{C} = 536 \text{ J} = 0,51 \text{ kJ}$$

• **Kalsium**

$$m = 0,11 \text{ kg} = 110 \text{ gr} = 2,75 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 2,75 \text{ mol} \times 281,82 \text{ J/mol} = 775 \text{ J} = 0,79 \text{ kJ}$$

• **Natrium**

$$m = 0,02 \text{ kg} = 20 \text{ gr} = 0,87 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,87 \text{ mol} \times 28,23 \text{ J/mol.K} \times (303-298)^\circ\text{C} = 122,80 \text{ J} = 0,13 \text{ kJ}$$

• **Kalium**

$$m = 1,10 \text{ kg} = 1.090 \text{ g} = 27,95 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 27,95 \text{ mol} \times 177,51 \text{ J/mol} = 4.961,40 \text{ J} = 4,86 \text{ kJ}$$

• **Besi**

$$m = 0,01 \text{ kg} = 10 \text{ g} = 0,18 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,18 \text{ mol} \times 25,10 \text{ J/mol.K} \times (303-298) ^\circ\text{C} = 22,59 \text{ J} = 0,02 \text{ kJ}$$

- **Fosfor**

$$m = 0,3 \text{ kg} = 300 \text{ g} = 9,68 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p.dT = 9,68 \text{ mol} \times 177,21 \text{ J/mol} = 1.715,39 \text{ J} = 1,72 \text{ kJ}$$

- **Magnesium**

$$m = 0,46 \text{ kg} = 460\text{g}=18,52 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p.dT = 18,52 \text{ mol} \times 349,53 \text{ J/mol} = 6.473,30 \text{ J} = 6,55 \text{ kJ}$$

$$Q \text{ input vacuum oven} = 306,96 \text{ kJ}$$

Keluar vacuum oven

Suhu serbuk sarang semut keluar vacuum oven = 45 ⁰C (318 K)

Serbuk sarang semut terdiri dari komponen :

- **Air**

$$Q = m \times C_p.dT = 0,91 \text{ kg} \times 62,71 \text{ kJ/kg} = 19,03 \text{ kJ}$$

- **Abu**

$$Q = m \times C_p.dT = 3,37 \text{ kg} \times 5,71 \text{ kJ/kg} = 19,24 \text{ kJ}$$

- **Lemak**

$$Q = m \times C_p.dT = 0,76 \text{ kg} \times 10,11 \text{ kJ/kg} = 7,67 \text{ kJ}$$

- **Protein**

$$Q = m \times C_p.dT = 0,83 \text{ kg} \times 10,20 \text{ kJ/kg} = 8,52 \text{ kJ}$$

- **Karbohidrat**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 21,95 \text{ kg} \times 7,99 \text{ kJ/kg} = 175,38 \text{ kJ}$$

- **Tokoferol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,01 \text{ kg} \times 2,0098 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298)\text{K} = 0,09 \text{ kJ}$$

- **Total Fenol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 80 \text{ g} \times 1,34 \text{ J/g.}^\circ\text{C} \times (30-25)^\circ\text{C} = 536 \text{ J} = 0,51 \text{ kJ}$$

- **Kalsium**

$$m = 0,11 \text{ kg} = 110\text{gr} = 2,75 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 2,75 \text{ mol} \times 281,82 \text{ J/mol} = 775 \text{ J} = 0,79 \text{ kJ}$$

- **Natrium**

$$m = 0,02 \text{ kg} = 20 \text{ gr} = 0,87 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,87 \text{ mol} \times 28,23 \text{ J/mol.K} \times (303-298)^\circ\text{C} = 122,80 \text{ J} \\ = 0,13 \text{ kJ}$$

- **Kalium**

$$m = 1,10 \text{ kg} = 1.090 \text{ g} = 27,95 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 27,95 \text{ mol} \times 177,51 \text{ J/mol} = 4.961,40 \text{ J} = 4,86 \text{ kJ}$$

- **Besi**

$$m = 0,01 \text{ kg} = 10 \text{ g} = 0,18 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,18 \text{ mol} \times 25,10 \text{ J/mol.K} \times (303-298)^\circ\text{C} = 22,59 \text{ J} = \\ 0,02 \text{ kJ}$$

- **Fosfor**

$$m = 0,3 \text{ kg} = 300 \text{ g} = 9,68 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 9,68 \text{ mol} \times 177,21 \text{ J/mol} = 1.715,39 \text{ J} = 1,72 \text{ kJ}$$

- **Magnesium**

$$m = 0,46 \text{ kg} = 460\text{g} = 18,52 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 18,52 \text{ mol} \times 349,53 \text{ J/mol} = 6.473,30 \text{ J} = 6,55 \text{ kJ}$$

• **Uap Air**

$$\begin{aligned} Q &= (m \times C_{p \text{ sarang semut}} \times dT) + \lambda_{45^\circ 3 \text{ inHg}} \\ &= 2,99 \text{ kg} \times 22,36 \text{ kJ/kg} \times (45-30) + 2.567,94 \text{ kJ/kg} \\ &= 3.570,67 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

Q output vacuum oven = 3.815,18 kJ

Asumsi $Q_{\text{loss}} = 5\% \times Q_{\text{supply}}$

Panas masuk = Panas keluar

$$Q_{\text{input}} + Q_{\text{supply}} = Q_{\text{output}} + Q_{\text{loss}}$$

$$306,96 \text{ kJ} + Q_{\text{supply}} = 3.815,18 \text{ kJ} + 0,05 Q_{\text{supply}}$$

$$Q_{\text{supply}} = 3.692,86 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{loss}} = 5\% Q_{\text{supply}}$$

$$= 0,05 \times 3.692,86 \text{ kJ} = 184,64 \text{ kJ}$$

Komponen	Q input (kJ) dari hammer mill	Q output (kJ) ke tangki penampung sementara
Air	81.47	19.03
Abu	19.24	19.24
Lemak	7.67	7.67
Protein	8.52	8.52
Karbohidrat	175.38	175.38
Tokoferol	0.09	0.09
Total fenol	0.51	0.51
Kalsium	0.79	0.79
Natrium	0.13	0.13
Kalium	4.86	4.86
Besi	0.02	0.02
Fosfor	1.72	1.72
Magnesium	6.55	6.55
Uap air yang hilang	0.00	3,570.67

Qsupply	3,692.86	0.00
Qloss	0.00	184.64
Total	3,999.82	3,999.82

5. Bak Penampung Sementara

Masuk (kg) ke mesin packaging		Keluar (kg) produk teh celup	
Serbuk Sarang Semut	29.90	Serbuk Sarang Semut	29.90
Air = 0.91		Air = 0.91	
Abu = 3.37		Abu = 3.37	
Lemak = 0.76		Lemak = 0.76	
Protein = 0.83		Protein = 0.83	
Karbohidrat = 21.95		Karbohidrat = 21.95	
Tokoferol = 0.01		Tokoferol = 0.01	
Total fenol = 0.08		Total fenol = 0.08	
Kalsium (Ca) = 0.11		Kalsium (Ca) = 0.11	
Natrium (Na) = 0.02		Natrium (Na) = 0.02	
Kalium (K) = 1.10		Kalium (K) = 1.10	
Besi (Fe) = 0.01		Besi (Fe) = 0.01	
Fosfor (P) = 0.30		Fosfor (P) = 0.30	
Magnesium (Mg) = 0.46		Magnesium (Mg) = 0.46	
Total	29.90	Total	29.90

Masuk tangki penampung sementara

Suhu serbuk sarang semut masuk tangki penampung sementara = 30 °C (303 K)

Serbuk sarang semut terdiri dari komponen :

Pra Rencana Pabrik Teh Celup Sarang Semut

- **Air**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 0,91 \text{ kg} \times 20,89 \text{ kJ/kg} = 19,03 \text{ kJ}$$

- **Abu**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 3,37 \text{ kg} \times 5,71 \text{ kJ/kg} = 19,24 \text{ kJ}$$

- **Lemak**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 0,76 \text{ kg} \times 10,11 \text{ kJ/kg} = 7,67 \text{ kJ}$$

- **Protein**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 0,83 \text{ kg} \times 10,20 \text{ kJ/kg} = 8,52 \text{ kJ}$$

- **Karbohidrat**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 21,95 \text{ kg} \times 7,99 \text{ kJ/kg} = 175,38 \text{ kJ}$$

- **Tokoferol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,01 \text{ kg} \times 2,0098 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298)\text{K} = 0,09 \text{ kJ}$$

- **Total Fenol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 80 \text{ g} \times 1,34 \text{ J/g.}^\circ\text{C} \times (30-25)^\circ\text{C} = 536 \text{ J} = 0,51 \text{ kJ}$$

- **Kalsium**

$$m = 0,11 \text{ kg} = 110 \text{ gr} = 2,75 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 2,75 \text{ mol} \times 281,82 \text{ J/mol} = 775 \text{ J} = 0,79 \text{ kJ}$$

- **Natrium**

$$m = 0,02 \text{ kg} = 20 \text{ gr} = 0,87 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,87 \text{ mol} \times 28,23 \text{ J/mol.K} \times (303-298)^\circ\text{C} = 122,80 \text{ J} = 0,13 \text{ kJ}$$

- **Kalium**

$$m = 1,10 \text{ kg} = 1.090 \text{ g} = 27,95 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 27,95 \text{ mol} \times 177,51 \text{ J/mol} = 4.961,40 \text{ J} = 4,86 \text{ kJ}$$

- **Besi**

$$m = 0,01 \text{ kg} = 10 \text{ g} = 0,18 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,18 \text{ mol} \times 25,10 \text{ J/mol.K} \times (303-298) ^\circ\text{C} = 22,59 \text{ J} = 0,02 \text{ kJ}$$

- **Fosfor**

$$m = 0,3 \text{ kg} = 300 \text{ g} = 9,68 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p.dT = 9,68 \text{ mol} \times 177,21 \text{ J/mol} = 1.715,39 \text{ J} = 1,72 \text{ kJ}$$

- **Magnesium**

$$m = 0,46 \text{ kg} = 460\text{g}=18,52 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p.dT = 18,52 \text{ mol} \times 349,53 \text{ J/mol} = 6.473,30 \text{ J} = 6,55 \text{ kJ}$$

$$Q \text{ input tangki penampung sementara} = 244,52 \text{ kJ}$$

Keluar Tangki Penampung Sementara

Suhu serbuk sarang semut keluar tangki penampung sementara = $30 ^\circ\text{C}$ (30 K)

Serbuk sarang semut terdiri dari komponen :

- **Air**

$$Q = m \times C_p.dT = 0,91 \text{ kg} \times 20,89 \text{ kJ/kg} = 19,03 \text{ kJ}$$

- **Abu**

$$Q = m \times C_p.dT = 3,37 \text{ kg} \times 5,71 \text{ kJ/kg} = 19,24 \text{ kJ}$$

- **Lemak**

$$Q = m \times C_p.dT = 0,76 \text{ kg} \times 10,11 \text{ kJ/kg} = 7,67 \text{ kJ}$$

- **Protein**

$$Q = m \times C_p.dT = 0,83 \text{ kg} \times 10,20 \text{ kJ/kg} = 8,52 \text{ kJ}$$

- **Karbohidrat**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 21,95 \text{ kg} \times 7,99 \text{ kJ/kg} = 175,38 \text{ kJ}$$

- **Tokoferol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,01 \text{ kg} \times 2,0098 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298)\text{K} = 0,09 \text{ kJ}$$

- **Total Fenol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 80 \text{ g} \times 1,34 \text{ J/g.}^{\circ}\text{C} \times (30-25)^{\circ}\text{C} = 536 \text{ J} = 0,51 \text{ kJ}$$

- **Kalsium**

$$m = 0,11 \text{ kg} = 110 \text{ gr} = 2,75 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 2,75 \text{ mol} \times 281,82 \text{ J/mol} = 775 \text{ J} = 0,79 \text{ kJ}$$

- **Natrium**

$$m = 0,02 \text{ kg} = 20 \text{ gr} = 0,87 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,87 \text{ mol} \times 28,23 \text{ J/mol.K} \times (303-298)^{\circ}\text{C} = 122,80 \text{ J} = 0,13 \text{ kJ}$$

- **Kalium**

$$m = 1,10 \text{ kg} = 1.090 \text{ g} = 27,95 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 27,95 \text{ mol} \times 177,51 \text{ J/mol} = 4.961,40 \text{ J} = 4,86 \text{ kJ}$$

- **Besi**

$$m = 0,01 \text{ kg} = 10 \text{ g} = 0,18 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,18 \text{ mol} \times 25,10 \text{ J/mol.K} \times (303-298)^{\circ}\text{C} = 22,59 \text{ J} = 0,02 \text{ kJ}$$

- **Fosfor**

$$m = 0,3 \text{ kg} = 300 \text{ g} = 9,68 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 9,68 \text{ mol} \times 177,21 \text{ J/mol} = 1.715,39 \text{ J} = 1,72 \text{ kJ}$$

- **Magnesium**

$$m = 0,46 \text{ kg} = 460 \text{ g} = 18,52 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 18,52 \text{ mol} \times 349,53 \text{ J/mol} = 6.473,30 \text{ J} = 6,55 \text{ kJ}$$

$$Q \text{ output tangki penampung sementara} = 244,52 \text{ kJ}$$

Komponen	Q input (kJ) dari oven	Q output (kJ) ke mesin packaging
Air	19.03	19.03
Abu	19.24	19.24
Lemak	7.67	7.67
Protein	8.52	8.52
Karbohidrat	175.38	175.38
Tokoferol	0.09	0.09
Total fenol	0.51	0.51
Kalsium	0.79	0.79
Natrium	0.13	0.13
Kalium	4.86	4.86
Besi	0.02	0.02
Fosfor	1.72	1.72
Magnesium	6.55	6.55
Total	244.52	244.52

6. Mesin Packaging

Masuk (kg) ke mesin packaging			Keluar (kg) produk teh celup		
Serbuk Sarang Semut		29.90	Serbuk Sarang Semut		29.90
Air	=	0.91	Air	=	0.91
Abu	=	3.37	Abu	=	3.37
Lemak	=	0.76	Lemak	=	0.76
Protein	=	0.83	Protein	=	0.83
Karbohidrat	=	21.95	Karbohidrat	=	21.95
Tokoferol	=	0.01	Tokoferol	=	0.01
Total fenol	=	0.08	Total fenol	=	0.08
Kalsium (Ca)	=	0.11	Kalsium (Ca)	=	0.11
Natrium (Na)	=	0.02	Natrium (Na)	=	0.02
Kalium (K)	=	1.10	Kalium (K)	=	1.10
Besi (Fe)	=	0.01	Besi (Fe)	=	0.01
Fosfor (P)	=	0.30	Fosfor (P)	=	0.30
Magnesium (Mg)	=	0.46	Magnesium (Mg)	=	0.46
Total		29.90	Total		29.90

Masuk mesin packaging

Suhu serbuk sarang semut masuk tangki penampung sementara = 30 °C (303 K)

Serbuk sarang semut terdiri dari komponen :

Pra Rencana Pabrik Teh Celup Sarang Semut

- **Air**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 0,91 \text{ kg} \times 20,89 \text{ kJ/kg} = 19,03 \text{ kJ}$$

- **Abu**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 3,36 \text{ kg} \times 5,71 \text{ kJ/kg} = 19,19 \text{ kJ}$$

- **Lemak**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 0,76 \text{ kg} \times 10,11 \text{ kJ/kg} = 7,68 \text{ kJ}$$

- **Protein**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 0,83 \text{ kg} \times 10,20 \text{ kJ/kg} = 8,45 \text{ kJ}$$

- **Karbohidrat**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 21,91 \text{ kg} \times 7,99 \text{ kJ/kg} = 175,06 \text{ kJ}$$

- **Tokoferol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,01 \text{ kg} \times 2,0098 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298)\text{K} = 0,10 \text{ kJ}$$

- **Total Fenol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 80 \text{ g} \times 1,34 \text{ J/g.}^\circ\text{C} \times (30-25)^\circ\text{C} = 0,54 \text{ kJ}$$

- **Kalsium**

$$m = 0,11 \text{ kg} = 110 \text{ gr} = 2,75 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 2,75 \text{ mol} \times 281,82 \text{ J/mol} = 775 \text{ J} = 0,78 \text{ kJ}$$

- **Natrium**

$$m = 0,02 \text{ kg} = 20 \text{ gr} = 0,87 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,87 \text{ mol} \times 28,23 \text{ J/mol.K} \times (303-298)^\circ\text{C} = 122,80 \text{ J} \\ = 0,12 \text{ kJ}$$

- **Kalium**

$$m = 1,09 \text{ kg} = 1.090 \text{ g} = 27,95 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 27,95 \text{ mol} \times 177,51 \text{ J/mol} = 4.961,40 \text{ J} = 4,96 \text{ kJ}$$

- **Besi**

$$m = 0,01 \text{ kg} = 10 \text{ g} = 0,18 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,18 \text{ mol} \times 25,10 \text{ J/mol.K} \times (303-298) ^\circ\text{C} = 22,59 \text{ J} \\ = 0,02 \text{ kJ}$$

- **Fosfor**

$$m = 0,3 \text{ kg} = 300 \text{ g} = 9,68 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p.dT = 9,68 \text{ mol} \times 177,21 \text{ J/mol} = 1.715,39 \text{ J} = 1,71 \text{ kJ}$$

- **Magnesium**

$$m = 0,45 \text{ kg} = 450\text{g}=18,52 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p.dT = 18,52 \text{ mol} \times 349,53 \text{ J/mol} = 6.473,30 \text{ J} = 6,47 \text{ kJ}$$

$$Q \text{ input mesin packaging} = 244,52 \text{ kJ}$$

Keluar Mesin Packaging

Suhu serbuk sarang semut keluar tangki penampung sementara = $30 ^\circ\text{C}$ (30 K)

Serbuk sarang semut terdiri dari komponen :

- **Air**

$$Q = m \times C_p.dT = 0,91 \text{ kg} \times 20,89 \text{ kJ/kg} = 19,03 \text{ kJ}$$

- **Abu**

$$Q = m \times C_p.dT = 3,37 \text{ kg} \times 5,71 \text{ kJ/kg} = 19,24 \text{ kJ}$$

- **Lemak**

$$Q = m \times C_p.dT = 0,76 \text{ kg} \times 10,11 \text{ kJ/kg} = 7,67 \text{ kJ}$$

- **Protein**

$$Q = m \times C_p.dT = 0,83 \text{ kg} \times 10,20 \text{ kJ/kg} = 8,52 \text{ kJ}$$

- **Karbohidrat**

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 21,95 \text{ kg} \times 7,99 \text{ kJ/kg} = 175,38 \text{ kJ}$$

- **Tokoferol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,01 \text{ kg} \times 2,0098 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298)\text{K} = 0,09 \text{ kJ}$$

- **Total Fenol**

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 80 \text{ g} \times 1,34 \text{ J/g.}^{\circ}\text{C} \times (30-25)^{\circ}\text{C} = 536 \text{ J} = 0,51 \text{ kJ}$$

- **Kalsium**

$$m = 0,11 \text{ kg} = 110 \text{ gr} = 2,75 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 2,75 \text{ mol} \times 281,82 \text{ J/mol} = 775 \text{ J} = 0,79 \text{ kJ}$$

- **Natrium**

$$m = 0,02 \text{ kg} = 20 \text{ gr} = 0,87 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,87 \text{ mol} \times 28,23 \text{ J/mol.K} \times (303-298)^{\circ}\text{C} = 122,80 \text{ J} = 0,13 \text{ kJ}$$

- **Kalium**

$$m = 1,10 \text{ kg} = 1.090 \text{ g} = 27,95 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 27,95 \text{ mol} \times 177,51 \text{ J/mol} = 4.961,40 \text{ J} = 4,86 \text{ kJ}$$

- **Besi**

$$m = 0,01 \text{ kg} = 10 \text{ g} = 0,18 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \times \Delta T = 0,18 \text{ mol} \times 25,10 \text{ J/mol.K} \times (303-298)^{\circ}\text{C} = 22,59 \text{ J} = 0,02 \text{ kJ}$$

- **Fosfor**

$$m = 0,3 \text{ kg} = 300 \text{ g} = 9,68 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 9,68 \text{ mol} \times 177,21 \text{ J/mol} = 1.715,39 \text{ J} = 1,72 \text{ kJ}$$

- **Magnesium**

$$m = 0,46 \text{ kg} = 460 \text{ g} = 18,52 \text{ mol}$$

$$Q = m \times C_p \cdot dT = 18,52 \text{ mol} \times 349,53 \text{ J/mol} = 6.473,30 \text{ J} = 6,55 \text{ kJ}$$

$$Q \text{ output mesin packaging} = 244,52 \text{ kJ}$$

Komponen	Q input (kJ) Dari tangki penampung sementara	Q output (kJ) ke gudang hasil proses
Air	19.03	19.03
Abu	19.24	19.24
Lemak	7.67	7.67
Protein	8.52	8.52
Karbohidrat	175.38	175.38
Tokoferol	0.09	0.09
Total fenol	0.51	0.51
Kalsium	0.79	0.79
Natrium	0.13	0.13
Kalium	4.86	4.86
Besi	0.02	0.02
Fosfor	1.72	1.72
Magnesium	6.55	6.55
Total	244.52	244.52

APPENDIKS C

SPESIFIKASI ALAT

1. Warehouse Sarang Semut

Fungsi : untuk menyimpan sarang semut

T operasi : 30 °C

Perhitungan :

Direncanakan waktu simpan = 21 hari

Sarang semut yang harus disimpan = 91,08 kg/hari × 21 hari
= 1.912,68 kg

Dari hasil percobaan didapatkan :

ρ sarang semut = 455 kg/m³

$$\begin{aligned} \text{Volume massa sarang semut} &= \frac{\text{massa sarang semut}}{\rho \text{ sarang semut}} \\ &= \frac{1.912,68 \text{ kg}}{455 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \\ &= 4,20 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Ditetapkan :

Sarang semut mentah datang dari pemasok dikemas dalam kardus.

Kardus berisi sarang semut memiliki :

Panjang = 60 cm = 0,60 m

Lebar = 40cm = 0,40 m

Tinggi = 35 cm = 0,35 m

Panjang tumpukan = 3,00 m (5 karung)

Lebar tumpukan = 2,00 m (5 karung)

Tinggi tumpukan = $\frac{4,20 \text{ m}^3}{3,00 \text{ m} \times 2,00 \text{ m}} = 0,70 \text{ m}$ (2 karung)

Panjang warehouse = 5 m

Lebar warehouse = 3 m

Tinggi warehouse = 3 m

2. Washer (Bak Pencucian)

- Fungsi : untuk mencuci sarang semut sebelum masuk ke hammer mill
- Tipe : Silinder tegak dengan tutup bawah berbentuk plat datar
: Karena kapasitas kecil. Beroperasi pada suhu ruang dan tekanan atmosfer.
- Bahan : Plastik, karena kapasitas yang kecil lebih efisien menggunakan bak plastik
- Dasar pemilihan : Pencucian kapasitas kecil, maka penggunaan ember plastik dengan tutup bawah plat datar cukup efisien
- Digunakan saringan untuk mengangkat sarang semut dari air.



Perhitungan :

Volume bak

Direncanakan waktu tinggal selama 10 menit

T operasi = 30 °C

P = 1 atm

Massa sarang semut yang dicuci = 30,36 kg/jam

ρ sarang semut = 455 kg/m³

Massa air pencuci = 241,83 kg

ρ_{air} = 995,68 kg/m³ (pada suhu 30 °C)

$$\begin{aligned}\text{Massa sarang semut} + \text{massa air pencuci} &= 30,36 \text{ kg} + 241,83 \text{ kg} \\ &= 272,19 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{campuran}} &= \frac{1}{\frac{30,36 \text{ kg}}{272,19 \text{ kg} \times 455 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} + \frac{241,83 \text{ kg}}{272,19 \text{ kg} \times 995,68 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}} \\ &= 851,20 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\text{Volume campuran} = \frac{272,19 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}}{851,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,32 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Direncanakan bak terisi 80% campuran, maka:

$$\begin{aligned}V_{\text{shell}} &= 1,2 \times \text{volume campuran} \\ &= 1,2 \times 0,32 \text{ m}^3 \\ &= 0,38 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Dimensi bak

Bak pencuci dianggap berbentuk silinder. Perhitungan dimensi bak pencuci yang dibutuhkan:

$$\text{Ditetapkan : } \frac{H_{\text{shell}}}{D_{\text{shell}}} = \frac{1,5}{1} \quad [14]$$

$$V_{\text{shell}} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot D_{\text{shell}}^2 \cdot H_{\text{shell}} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot D_{\text{shell}}^2 \cdot 1,5 D_{\text{shell}} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot 1,5 \cdot D_{\text{shell}}^3$$

$$0,38 \text{ m}^3 = \left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot 1,5 \cdot D_{\text{shell}}^3$$

$$D_{\text{shell}}^3 = 0,32 \text{ m}^3$$

$$D_{\text{shell}} = 0,68 \text{ m} \approx 2,23 \text{ ft}$$

$$H_{\text{shell}} = 1,5 \cdot D_{\text{shell}}$$

$$= 1,5 \cdot 0,68 \text{ m}$$

$$= 1,02 \text{ m} \approx 3,35 \text{ ft}$$

Ditetapkan :

- Bahan konstruksi bak adalah plastik

Dasar pemilihan :

- Cocok untuk menampung bahan makanan baik dalam bentuk padat maupun cair

$$P_{\text{operasi}} = \frac{m \times g}{A} = \frac{30,36 \text{ kg} \times 9,80665 \text{ m/s}^2}{\pi \times \left(\frac{2}{1 \times 3,2808} \text{ m} \right)^2} = 254,39 \text{ Pa} = 0,25 \text{ kPa}$$

$$P_{\text{design}} = 1,2 \times P_{\text{operasi}} \\ = 1,2 \times 0,25 \text{ kPa} = 0,3 \text{ kPa}$$

Untuk menghitung tebal shell maka digunakan persamaan : [asme]

$$t_s = \frac{P \times R}{SE - 0,6P} + c \\ = \frac{0,3 \text{ kPa} \times 1 \text{ ft}}{((129.276,75 \text{ kPa} \times 0,85) - (0,6 \times 0,3 \text{ kPa})) \times 3,2808 \text{ ft/m}} + 3 \text{ mm} \\ = 0,0027 \text{ mm} + 3 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal shell} = 3,0027 \text{ mm} \approx \frac{3}{16}''$$

Spesifikasi alat :

- Nama : tangki penampung sementara
- Fungsi : untuk menyimpan serbuk sarang semut
- Bahan konstruksi : plastik
- Kapasitas : 0,12 m³
- Diameter tangki : 2,23 ft
- Tinggi shell : 3,35 ft
- Tebal shell : $\frac{3}{16}''$
- Jumlah : 1 buah

3. Peniris

- Fungsi : untuk meniriskan sarang semut dari air pencuci sebelum masuk ke hammer mill
- Tipe : Silinder tegak dengan seluruh permukaan terbuat dari kawat karena kapasitas kecil.
- Digunakan sebagai : saringan untuk mengangkat sarang semut dari air

Dasar pemilihan : Saringan dengan bahan kawat seperti pada gambar dibawah ini, cukup efisien digunakan untuk home industry



Perhitungan :

Volume peniris

Direncanakan waktu tinggal selama 10 menit

T operasi = 30 °C

P = 1 atm

Total massa sarang semut yang ditiriskan = 35,93 kg/jam

Massa sarang semut = 30,36 kg

ρ sarang semut = 455 kg/m³

Massa air pencuci = 5,57 kg

ρ air = 995,68 kg/m³ (pada suhu 30 °C)

Massa sarang semut + massa air pencuci = 30,36 kg + 5,57 kg
= 35,93 kg

$$\begin{aligned} \rho_{\text{campuran}} &= \frac{1}{\frac{30,36 \text{ kg}}{35,93 \text{ kg} \times 455 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} + \frac{5,57 \text{ kg}}{35,93 \text{ kg} \times 995,68 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}} \\ &= 496,82 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Volume campuran} = \frac{35,93 \text{ kg/jam}}{496,82 \text{ kg/m}^3} = 0,07 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Direncanakan saringan terisi 80% s.s. yang akan ditiriskan, maka:

$$\begin{aligned} V_{\text{shell}} &= 1,2 \times \text{volume campuran} \\ &= 1,2 \times 0,07 \text{ m}^3 \\ &= 0,08 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensi saringan

Saringan pencuci dianggap berbentuk silinder. Perhitungan dimensi saringan pencuci yang dibutuhkan:

$$\text{Ditetapkan : } \frac{H_{\text{shell}}}{D_{\text{shell}}} = \frac{1,5}{1} \quad [14]$$

$$V_{\text{shell}} = \left(\frac{\pi}{4} \right) \cdot D_{\text{shell}}^2 \cdot H_{\text{shell}} = \left(\frac{\pi}{4} \right) \cdot D_{\text{shell}}^2 \cdot 1,5 D_{\text{shell}} = \left(\frac{\pi}{4} \right) \cdot 1,5 \cdot D_{\text{shell}}^3$$

$$0,08 \text{ m}^3 = \left(\frac{\pi}{4} \right) \cdot 1,5 \cdot D_{\text{shell}}^3$$

$$D_{\text{shell}}^3 = 0,07 \text{ m}^3$$

$$D_{\text{shell}} = 0,41 \text{ m} \approx 1,34 \text{ ft}$$

$$H_{\text{shell}} = 1,5 \cdot D_{\text{shell}}$$

$$= 1,5 \cdot 0,41 \text{ m}$$

$$= 0,62 \text{ m} \approx 2,02 \text{ ft}$$

Ditetapkan :

- Bahan konstruksi peniris adalah kawat stainless

Spesifikasi alat :

- Nama : Saringan Peniris
- Fungsi : untuk meniriskan sarang semut yang habis dicuci
- Bahan konstruksi : kawat stainless
- Kapasitas : 0,07 m³

- Diameter tangki : 1,34 ft
- Tinggi shell : 2,02 ft
- Jumlah : 1 buah

4. Hammer Mill

Fungsi : untuk menghancurkan sarang semut

- Dasar pemilihan : - efektif untuk *wet grinding*
- *size reduction ratio* = 50
- cocok untuk *home industry*

Perhitungan :

Kapasitas sarang semut yang masuk = 33,76 kg/jam

Karena proses produksi dibagi menjadi 3 bagian, maka kapasitas sarang semut masuk per batch = 33,76 kg/jam

Spesifikasi alat :

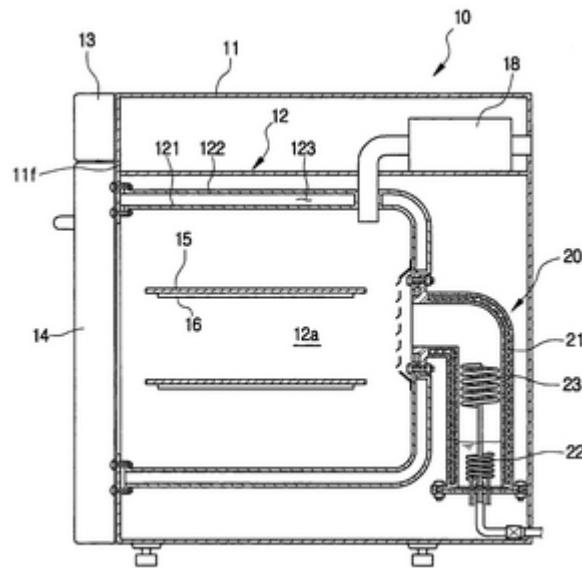
- Kapasitas : 40 kg/jam
- Produk : 80 - 150 mesh
- Panjang : 0,63 m
- Lebar : 0,36 m
- Tinggi : 0,68 m
- Power : 1 Hp
- Bahan konstruksi : stainless steel
- Jumlah : 1 buah

5. Vacuum Oven

Fungsi : untuk mengeringkan sarang semut

Dasar pemilihan : cocok untuk mengeringkan bahan dengan suhu rendah

Tipe : 1445 Shellab Vacuum Oven Station



Keterangan gambar :

- 10. Oven
- 11. Casing luar
- 12. Casing dalam
- 12a. Ruang oven (bagian dalam oven)
- 13. Bagian kontrol (temperatur, tekanan)
- 14. Pintu
- 15. Rak dalam oven
- 16. Rail untuk pengunci rak
- 18. Saluran udara keluar (exhaust duct)
- 20. Steam generator
- 21. Steam generator vessel
- 22. Heater I
- 23. Heater II
- 121. Dinding bagian luar saluran vacuum
- 122. Dinding bagian dalam saluran vacuum
- 123. Saluran vacuum

Perhitungan :

Kapasitas sarang semut yang masuk = 32,89 kg/batch

Tiap batch dibagi 2 kali pengovenan. Jadi seluruh batch ada 6 kali pengovenan.

$$\begin{aligned}\text{Dari hasil percobaan didapatkan volume sarang semut} &= \frac{32,89 \text{ kg}}{455 \text{ kg} / \text{m}^3} \\ &= 0,0723 \text{ m}^3/\text{batch} \\ &= 72,30 \text{ L/batch}\end{aligned}$$

Spesifikasi alat :

- Kapasitas vacuum oven : 38 L
- Range temperatur : 10 – 260 °C
- Panjang oven : 0,52 m
- Lebar oven : 0,72 m
- Tinggi oven : 0,68 m
- Power oven : 1.850 W \approx 1,8 kJ
- Bahan konstruksi : stainless steel
- Jumlah : 1 buah

7. Mesin *Packaging*



Fungsi : untuk mengisi serbuk sarang semut ke kantong teh celup

Tipe : TB-20 ~ Indonesian Manufacturer

Dasar pemilihan : sesuai untuk pengisian material yang berbentuk serbuk ke

kantong secara otomatis

Perhitungan :

Serbuk teh celup yang dihasilkan = 29,90 kg/batch

1 kantong = 2 g

Kapasitas kantong = $\frac{29.900 \text{ g / batch}}{2 \text{ g}} = 14.950 \text{ kantong/batch}$

Spesifikasi alat :

- Kapasitas : 255-265 kantong/menit
- Panjang : 1,00 m
- Lebar : 0,90 m
- Tinggi : 2,20 m
- Power : 2,36 kW \approx 3,16 Hp
- Bahan Konstruksi : Stainless steel
- Jumlah : 1 buah

8. Gudang Produk Teh Celup dari Sarang Semut

Fungsi : untuk menyimpan produk teh celup sebelum didistribusikan

T penyimpanan = 30 °C

Direncanakan waktu simpan = 5 hari

1 dus kecil teh celup berisi 20 kantong teh celup

Dalam 1 hari dihasilkan 44.850 kantong = 2.242,5 dus

Sehingga dus yang disimpan = $2.242,5 \text{ dus /hari} \times 5 \text{ hari}$
 $= 11.212,5 \text{ dus kecil} \approx 11.213 \text{ dus kecil}$

Karton besar yang disimpan = $11.213 \text{ dus kecil} : 48 \text{ dus kecil}$
 $= 233,6 \text{ karton besar} \approx 234 \text{ karton besar}$

Ditentukan ukuran dus kecil: panjang = 15 cm = 0,15 m

lebar = 5 cm = 0,05 m

tinggi = 6 cm = 0,06 m

Ditentukan ukuran karton besar:

panjang = 90 cm = 0,90 m

lebar = 20 cm = 0,20 m

tinggi = 12 cm = 0,12 m

1 karton besar = 48 dus kecil teh celup

Gudang dirancang dengan susunan 4 blok, dan dalam 1 blok terdapat 1 rak, sehingga dalam 1 blok terdapat susunan dus teh celup sebagai berikut:

panjang	= 13 karton	= $2 \times 0,90$ m	= 1,8 m
lebar	= 9 karton	= $9 \times 0,20$ m	= 1,8 m
tinggi	= 2 karton	= $13 \times 0,12$ m	= 1,56 m

Sehingga ditentukan ukuran gudang :

Panjang = 5 m

Lebar = 3 m

Tinggi = 3 m

APPENDIX D

PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI

A. Metode Perkiraan Harga

Harga peralatan dapat mengalami perubahan karena kondisi ekonomi. Oleh karena itu, untuk memperkirakan harga peralatan pada tahun 2010 diperlukan suatu metode yang dapat mengkonversikan harga peralatan tahun sebelumnya menjadi harga ekivalen pada tahun 2010. Metode yang digunakan adalah metode *Cost Index* yang dihitung dengan persamaan yang terdapat pada [13], yaitu :

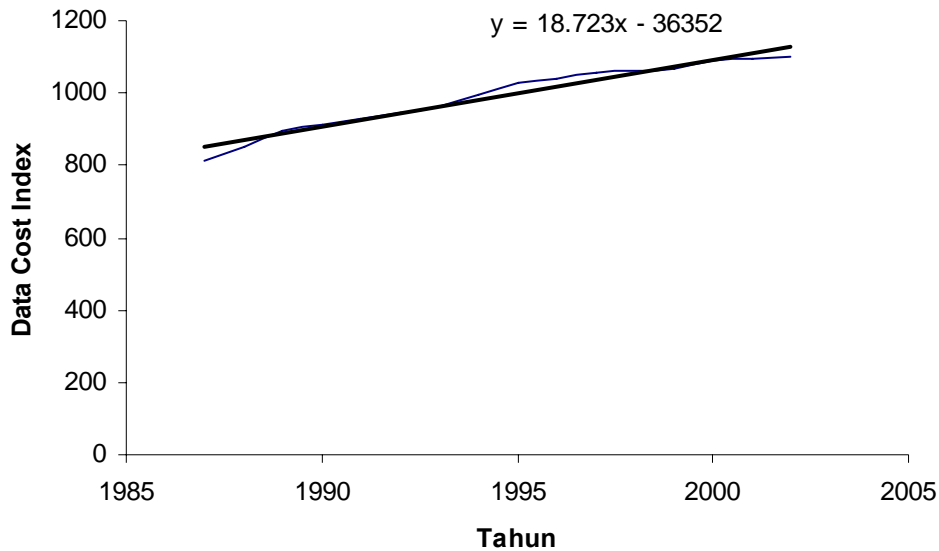
$$\text{Harga alat pada tahun 2010} = \frac{\text{Cost Index tahun 2009}}{\text{Cost Index tahun A}} \times \text{Harga alat tahun A}$$

Pada prarencana pabrik teh celup sarang semut ini, *Cost Index* yang digunakan adalah *Marshall and Swift Cost Index* yang terdapat pada Peters and Timmerhauss, p.238, 5th ed. Karena peralatan yang digunakan sudah umum di pasaran, maka harga di cek pada toko yang menjualnya dan situs internet.

Tabel D.1. Data-data *Marshall and Swift Cost Index* Tahun 1987 - 2002

Tahun	Data <i>Cost Index</i>
1987	814
1988	852
1989	895
1990	915,1
1991	930,6
1992	943,1
1993	964,2
1994	993,4
1995	1027,5
1996	1039,1
1997	1056,8
1998	1061,9

Tahun	Data Cost Index
1999	1068,3
2000	1089
2001	1093,9
2002	1102,5



Gambar D.1. Data Cost Index dari tahun 1987 – 2002

Dengan linearisasi dan ekstrapolasi dari data-data tahun sebelumnya, didapat *Cost Index* untuk tahun 2007 adalah 1.225,0610, untuk tahun 2008 adalah 1.243,7840, untuk tahun 2009 adalah 1.262,5070, dan untuk tahun 2010 adalah 1.281,23.

B. Perhitungan Harga Peralatan

Contoh perhitungan harga peralatan pada unit proses dan utilitas :

Nama alat : *Hammer Mill*

Fungsi : Untuk mengecilkan ukuran sarang semut.

Bahan konstruksi : *wire* dan *stainless steel*

Kapasitas : 40 $\frac{\text{kg}}{\text{jam}}$

Harga tahun 2009 (Rp) : 2.500.000,00 [dari inet]

Harga pada tahun 2010 (Rp) : $\frac{1.281,23}{1.262,5070} \times \text{Rp. } 2.500.000 = \text{Rp. } 2.537.075,04$

Maka, harga pada tahun 2010 (Rp) : Rp 2.537.075,04

Dengan cara yang sama dapat dihitung harga peralatan yang lain pada unit proses dan utilitas. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel D.2 dan D.3.

Tabel D.2. Harga Peralatan Pada Unit Proses

No.	Kode Alat	Nama Alat	Jumlah	Harga satuan tahun 2009 (Rp)	Harga satuan tahun 2010 (Rp)
1	F-110	Bak Pencuci	1	250,000.00	256,226.90
2	F-210	Saringan Peniris	1	750,000.00	768,680.69
3	H-220	<i>Hammer Mill</i>	1	2,500,000.00	2,562,268.96
4	C-230	<i>Bak penampung sementara</i>	1	250,000.00	256,226.90
5	B-240	<i>Vacuum Oven</i>	1	35,000,000.00	35,871,765.46
6	P-241	Mesin Packaging	1	90,000,000.00	92,241,682.62
Total					131,956,851.53

Tabel D.3. Harga Peralatan Pada Unit Utilitas

No.	Kode Alat	Nama Alat	Jumlah	Harga satuan tahun 2009 (Rp)	Harga satuan tahun 2009 (Rp)
1	L-311	Pompa air menuju ke unit proses dan sanitasi	1	385,000.00	394,589.42
Total					394,589.42

Dengan cara yang sama dapat dihitung harga peralatan lainnya. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel D.4.

Tabel D.4. Harga Peralatan Lainnya

No.	Nama alat	Jumlah	Harga satuan tahun 2009 (Rp)	Harga satuan tahun 2010 (Rp)
1	Neraca kasar	1	1,250,000.00	1,281,134.48
2	Meja untuk packing	2	110,000.00	225,479.67
3	Kursi untuk packing	2	20,000.00	40,996.30
4	Rak kayu untuk gudang	3	1,000,000.00	3.074.722,75
Total				4.622.333,21

Contoh perhitungan harga bak pada unit utilitas :

Luas permukaan tandon air PDAM : $3,36 \text{ m}^2$

Harga beton cor per m^2 dari *suplier* : Rp. 250.000,00

Maka, harga tandon : $3,36 \text{ m}^2 \times \text{Rp. } 250.000,00 / \text{m}^2 = \text{Rp. } 840.000,00$

Dengan cara yang sama dapat dihitung harga bak yang lain pada unit utilitas.

Hasil perhitungan disajikan pada Tabel D.5.

Tabel D.5. Harga Bak Pada Unit Utilitas

No	Kode Alat	Nama Alat	Jumlah	panjang (m)	lebar (m)	tinggi (m)	Luas (m2)	Harga (Rp)
1	F-310	Tandon air PDAM	1	1	1	0.59	3.36	840,000.00
Total								840,000.00

Total harga peralatan proses (Tabel D.2. dan D.4.) :

Rp. 131.956.851,53 + Rp. 1.547.610,45 = Rp. 133.504.461,98

Total harga peralatan utilitas (Tabel D.3. dan D.5) :

Rp. 394.589,42 + Rp. 840.000,00 = Rp. 1.234.589,42

C. Perhitungan Harga Tanah dan Bangunan [14]

Luas tanah yang dibutuhkan : 322 m^2

Harga tanah per m^2 di kecamatan Mojosari : Rp. 125.000,00

Maka, harga tanah : $322 \text{ m}^2 \times \text{Rp } 125.000,00 / \text{m}^2 = \text{Rp. } 40.250.000,00$

Luas bangunan total : 214 m^2

Harga bangunan per m^2 : Rp. 800.000,00

Maka, harga bangunan : $214 \text{ m}^2 \times \text{Rp } 800.000,00 / \text{m}^2$

= Rp. 171.200.000,00

Pra Rencana Pabrik Teh Celup Sarang Semut

Jadi harga tanah dan bangunan : Rp. (40.250.000,00 + 171.200.000,00)
 = Rp. 211.450.000,00

D. Perhitungan Harga Bahan Baku [hasil survey]

Contoh perhitungan harga bahan baku :

Dalam sehari dibutuhkan sarang semut besar sebanyak 91,08 kg, maka kebutuhan

$$\text{sarang semut besar per tahun : } 91,08 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \times 240 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \\ = 21.859,20 \text{ kg}$$

Sarang semut mentah diperoleh dari propinsi Maluku dengan harga per kg :

Rp. 165,000 (harga sudah termasuk ongkos kirim sampai Surabaya)

Maka, harga sarang semut per tahun :

$$21.859,20 \frac{\text{kg}}{\text{tahun}} \times \text{Rp. } 165.000,00 \frac{\text{Rp.}}{\text{kg}} = \text{Rp. } 3.606.768.000,00$$

Dengan cara yang sama dihitung harga bahan baku yang lain. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel D.6.

Tabel D.6. Harga Bahan Baku

No	Bahan	Harga (Rp)/kg	Kebutuhan (kg/hari)	Kebutuhan (kg/tahun)	Harga (Rp)/tahun
1	Sarang Semut	165,000.00	91.0800	21.859,20	3.606.768.000,00
Total					3.606.768.000,00

E. Perhitungan Total Penjualan Produk

Dari neraca massa diketahui bahwa produk sarang semut dalam kemasan dus kecil isi 20pcs teh celup 40gr yang dihasilkan per hari adalah 2.242,5 dus, maka per tahun :

- $2.242,5 \frac{\text{dus}}{\text{hari}} \times 240 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} = 538.200 \text{ dus/tahun}$

Produk teh celup sarang semut yang dihasilkan dijual dengan harga Rp. 10.100,00 per dus. Maka, hasil penjualan produk per tahun adalah :

$$538.200 \text{ dus/tahun} \times \text{Rp.}10.100,00 / \text{dus} = \text{Rp.} 5.435.820.000,00$$

F. Perhitungan Harga Bahan Kemasan

Produk teh celup sarang semut dalam kemasan dus kecil 40gr yang dihasilkan per tahun adalah 538.200 dus. Dus-dus kecil tersebut dikemas dalam kemasan kardus. Jika 1 kemasan kardus berisi 48 kardus, maka jumlah kardus yang dibutuhkan per tahun adalah :

$$538.200 \text{ dus/tahun} \times \frac{1}{48} \text{ kardus/botol} = 11.212,5 \text{ kardus}$$

Contoh perhitungan :

Jumlah kemasan tea bag paper 2gr yang dibutuhkan per tahun : 10.764.000 pcs

Harga kemasan tea bag per roll (untuk 10.000 pcs) : Rp. 250.000/roll

$$\text{Maka, harga kemasan per tahun : } 10.764.000 \text{ pcs/tahun} \times \text{Rp.} 25,00 / \text{pcs}$$

$$= \text{Rp.} 269.100.000,00$$

Dengan cara yang sama dihitung harga kemasan yang disajikan pada Tabel D.7.

Tabel D.7. Harga Kemasan

No	Jenis Kemasan	Satuan	Harga (Rp)/satuan	Jumlah kemasan per tahun	Harga kemasan per tahun (Rp)
1	Tea Bag Paper	roll	25	10,764,000	269,100,000.00
2	Label pada tea bag	lembar	15	10,764,000	161,460,000.00
3	Box kecil	karton	325	538,200	174,915,000.00
4	Kardus	karton	2,500	5,606	14,015,625.00
5	Kertas Pembungkus	lembar	10	10,764,000	107,640,000.00
6	Plastik	plastik	125	538,200	67,275,000.00
Total					794,405,625.00

G. Perhitungan Biaya Utilitas

Perhitungan biaya utilitas terdiri dari biaya air PDAM dan biaya listrik.

1. Kebutuhan air PDAM

Dari utilitas diketahui bahwa kebutuhan air PDAM per hari : $1,19 \text{ m}^3$

Harga air PDAM untuk industri di kota Bandung [39] :

- $0-10 \text{ m}^3 = \text{Rp. } 2.200,00$

Biaya air total :

- $10 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 2.200,00 = \text{Rp. } 22.000,00$

Biaya air per hari : Rp. 22.000,00

Maka, biaya air per tahun : $240 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \times \text{Rp. } 22.000 \frac{\text{Rp.}}{\text{hari}}$
 $= \text{Rp. } 5.280.000,00$

2. Kebutuhan listrik

Dari utilitas diketahui bahwa kebutuhan listrik : 29,44 kW

Beban listrik terpasang : $1,25 \times 29,44 \text{ kW} = 36,80 \text{ kW}$

Biaya beban per bulan [40] : Rp. 31.000,00

Biaya beban per tahun :

$36,80 \text{ kW} \times 12 \text{ bulan} \times \text{Rp. } 31.000,00 \frac{\text{Rp.}}{\text{kW.bulan}} = \text{Rp. } 13.689.600,00$

Biaya penggunaan listrik :

Pemakaian listrik : 36,80 kW

Pemakaian listrik *off-duty*: 7,28 kW

Waktu beban puncak [40] : $\text{Rp. } 2.350,00 \frac{\text{Rp.}}{\text{kWh}}$ (pk. 16.00 – 23.00)

Luar waktu beban puncak [40] : Rp. 1.380,00 / kWh (pk. 23.00 – 16.00)

Dalam sehari, pabrik beroperasi pada 7 jam waktu beban puncak, 17 jam luar waktu beban puncak. Biaya pemakaian listrik *full operation* selama 240 hari :

$$\left(\frac{17 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} \times 36,80 \text{ kW} \times \text{Rp.1.380,00} / \text{kWh} \times 240 \text{ hari/tahun} \right) + \left(\frac{7 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} \times \right.$$

$$36,80 \text{ kW} \times \text{Rp.2.350,00} / \text{kWh} \times 240 \text{ hari/tahun} \left. \right) = \text{Rp. 14.686.880,00}$$

Biaya pemakaian listrik *off operation* selama 125 hari :

$$\left(\frac{17 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} \times 7,28 \text{ kW} \times \text{Rp.1.380,00} / \text{kWh} \times 125 \text{ hari/tahun} \right) + \left(\frac{7 \text{ jam}}{24 \text{ jam}} \times 7,28 \right.$$

$$\text{kW} \times \text{Rp.2.350,00} / \text{kWh} \times 125 \text{ hari/tahun} \left. \right) = \text{Rp. 1.513.254,17}$$

Total biaya listrik per tahun :

$$\left(\text{Rp.13.689.600,00} + \text{Rp.14.686.880,00} + \left. \begin{matrix} \\ \text{Rp.1.513.254,17} \end{matrix} \right) \right) = \text{Rp. 29.889.734,17}$$

$$\text{Total biaya utilitas} = \text{Rp. (5.280.000,00} + 29.889.734,17)$$

$$= \text{Rp. 35.169.734,17}$$

H. Perhitungan Gaji Karyawan

Ditetapkan 1 tahun produksi adalah 12 bulan + 1 bulan tunjangan

Gaji karyawan per tahun : Rp. 26.050.000,00 × 13 bulan = Rp. 338.650.000,00

Jumlah karyawan di pabrik teh celup sarang semut adalah 16 orang, yang terdiri dari karyawan non shift, yaitu seluruh karyawan yang bekerja setiap hari Senin sampai Jumat pukul 08.00 – 17.00 WIB.

Perincian gaji karyawan disajikan pada Tabel D.8. dibawah ini.

Tabel D.8. Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji (Rp)	Total (Rp)
1	Direktur Utama	1	7,000,000	7,000,000
2	Sekretaris Direktur	1	1,750,000	1,750,000
3	Staf Bagian Pengadaan Bahan & Gudang Bahan Baku	1	1,200,000	1,200,000
4	Staf Bagian Utilitas	1	1,200,000	1,200,000
5	Staf Bagian Keuangan dan Adm	1	1,500,000	1,500,000
6	Staf Bagian QC	1	1,500,000	1,500,000
7	Staf Proses	4	1,200,000	4,800,000
8	Staf Pemasaran	2	1,750,000	3,500,000
9	Satpam	3	900,000	2,700,000
10	Sopir	1	900,000	900,000
Total		16		26,050,000

APPENDIX E

PEMBAGIAN WAKTU KEGIATAN PROSES PRODUKSI DAN JADWAL SETIAP BATCH

A. Pembagian Waktu Kegiatan Proses Produksi

Setiap kegiatan pada proses produksi perlu direncanakan pembagian waktu dengan baik. Hal ini dilakukan agar seluruh kegiatan pada proses produksi dapat berjalan dengan lancar dan teratur. Pembagian waktu kegiatan pada proses produksi disajikan pada Tabel E.1.

Tabel E.1. Pembagian Waktu Kegiatan pada Proses Produksi

No.	Jadwal Kegiatan pada Proses Produksi	Waktu (menit/ <i>batch</i>)
1	Penimbangan awal	5
2	Pencucian	10
3	Penirisan	10
4	Hammer Mill	45
5	Vacuum Oven	90
6	Packaging	60
Total		220

